



ご参考用：

本製品は販売終了につき、参考技術資料としてご提供いたしますので、予めご了承ください。

LCR メータ
LCR METER

ZM2410

取扱説明書

DA00030868-001

LCR メータ
LCR METER

ZM2410
取扱説明書

—— はじめに ——

このたびは、ZM2410 LCR メータをお買い求めいただき、ありがとうございます。
電気製品を安全に正しくお使いいただくために、まず、次のページの「安全にお使
いただくために」をお読みください。

●この説明書の注意記号について

この説明書では、次の注意記号を使用しています。機器の使用者の安全のため、また、機器
の損傷を防ぐためにも、この注意記号の内容は必ず守ってください。

⚠ 警 告

機器の取扱いにおいて、使用者が死亡又は重傷を負うおそれがある場合、その危険を避ける
ための情報を記載しております。

⚠ 注 意

機器の取扱いにおいて、使用者が傷害を負う、又は物的損害が生じるおそれを避けるための
情報を記載しております。

●この説明書の章構成は次のようになっています。

初めて使用する方は、「1. 概 説」からお読みください。

1. 概 説
この製品の概要・特長・応用・機能及び簡単な動作原理を説明しています。
2. 使用前の準備
設置や操作の前になければならない大事な準備作業について説明しています。
3. パネル面と基本操作の説明
パネル面の各つまみの機能・動作及び基本的な操作について説明しています。
機器を操作しながらお読みください。
4. 応用操作例
さらに幅広い操作説明をしています。
5. リモート制御
GPIB や USB によるリモート制御について説明しています。
6. トラブルシューティング
故障と思われるときの対処方法を記載しています。
7. 保 守
保管・再梱包・輸送や性能試験の方法などについて説明しています。
8. 仕 様
仕様(機能・性能)について記載しています。

———— 安全にお使いいただくために ————

安全にご使用いただくため、下記の警告や注意事項は必ず守ってください。

これらの警告や注意事項を守らずに発生した損害については、当社はその責任と保証を負いかねますのでご了承ください。

なお、この製品は、JIS や IEC 規格の絶縁基準 クラス I 機器(保護導体端子付き)です。

●取扱説明書の内容は必ず守ってください。

取扱説明書には、この製品を安全に操作・使用するための内容を記載しています。

ご使用に当たっては、この説明書を必ず最初にお読みください。

この取扱説明書に記載されているすべての警告事項は、重大事故に結びつく危険を未然に防止するためのものです。必ず守ってください。

●必ず接地してください。

感電事故を防止するため、必ず「電気設備技術基準 D 種(100 Ω以下)接地工事」以上の接地に確実に接続してください。

3 ピン電源プラグを、保護接地コンタクトを持った電源コンセントに接続すれば、この製品は自動的に接地されます。

この製品には、3 ピン→2 ピン変換アダプタを添付しておりません。ご自身で3 ピン→2 ピン変換アダプタを使用するときは、必ず変換アダプタの接地線をコンセントのそばの接地端子に接続してください。

●電源電圧を確認してください。

この製品は、取扱説明書の“接地及び電源接続”の項に記載された電源電圧で動作します。

電源接続の前に、コンセントの電圧が本器の定格電源電圧に適合しているかどうかを確認してください。

●ヒューズの定格を守ってください。

発火などのおそれがあります。取扱説明書の“接地及び電源接続”の項に規定された定格のヒューズを使用してください。

また、ヒューズを交換するときは、必ず電源コードをコンセントから抜いてください。

●おかしいと思ったら

この製品から煙が出てきたり、変な臭いや音がしたら、直ちに電源コードを抜いて使用を中止してください。

このような異常が発生したら、修理が完了するまで使用できないようにして、直ちにお求めの当社又は当社代理店にご連絡ください。

●ガス雰囲気中では使用しないでください。

爆発などの危険性があります。

●カバーは取り外さないでください。

この製品の内部には、高電圧の箇所があります。カバーは絶対に取り外さないでください。内部を点検する必要があるときでも、当社の認定したサービス技術者以外は内部に触れないでください。

●改造はしないでください。

改造は、絶対に行わないでください。新たな危険が発生したり、故障時に修理をお断りすることがあります。

●安全関係の記号

製品本体や取扱説明書で使用している安全上の記号の一般的な定義は次のとおりです。



取扱説明書参照記号

使用者に危険の潜在を知らせるとともに、取扱説明書を参照する必要がある箇所に表示されます。



感電の危険を示す記号

特定の条件下で、感電の可能性のある箇所に表示されます。



警告

警告記号



WARNING

機器の取扱いにおいて、感電など、使用者の生命や身体に危険が及ぶおそれがあるときに、その危険を避けるための情報を記載しています。



注意

注意記号



CAUTION

機器の取扱いにおいて、機器の損傷を避けるための情報を記載しています。

●その他の記号



電源スイッチのオン位置を示します。



電源スイッチのオフ位置を示します。



コネクタの外部導体が、ケースに接続されていることを示します。



コネクタの外部導体が、信号グラウンドに接続されていることを示します。

●廃棄処分時のお願い

環境保全のため、廃棄処分されるときは、産業廃棄物を取り扱う業者を通じて廃棄処分していただくようお願いいたします。

目次

	ページ
1. 概説	1-1
1.1 特長	1-2
1.2 応用	1-2
1.3 機能一覧	1-3
1.4 動作原理	1-4
2. 使用前の準備	2-1
2.1 使用前の確認	2-2
2.2 設置	2-4
2.2.1 設置時の一般的な注意事項	2-4
2.2.2 設置条件	2-4
2.3 接地及び電源接続	2-5
2.4 簡単な動作チェック	2-7
2.5 校正	2-8
3. パネル面と基本操作の説明	3-1
3.1 パネル各部の名称と動作	3-2
3.2 電源投入時の表示及び初期設定	3-3
3.2.1 電源投入前の確認	3-3
3.2.2 電源投入時の表示	3-4
3.3 操作ツリー	3-5
3.4 試料を接続する	3-6
3.4.1 測定端子	3-6
3.4.2 試料の接続方法	3-7
3.4.3 接続時の注意事項	3-8
3.5 基本操作	3-10
3.5.1 測定画面の概要	3-10
3.5.2 基本的なキー操作	3-10
3.6 動作モードを設定する	3-12
3.7 測定パラメタの設定	3-13
3.7.1 測定パラメタ 1 の設定	3-13
3.7.2 測定パラメタ 2 の設定	3-14
3.8 等価回路の設定	3-15
3.9 測定周波数の設定	3-17
3.10 測定信号レベルの設定	3-18
3.11 測定速度の設定	3-19
3.12 DC バイアスの設定	3-20

3.13	測定レンジの設定	3-21
3.14	トリガについて	3-22
3.15	測定系誤差を補正する	3-24
3.15.1	オープン補正(O/C Trim)を行う	3-24
3.15.2	ショート補正(S/C Trim)を行う	3-26
3.15.3	補正状況を表示する	3-27
4.	応用操作例	4-1
4.1	2つの周波数で測定する	4-2
4.2	測定結果をバーグラフ表示する	4-4
4.3	試料が装着されたことを自動検出して測定する	4-6
4.4	部品を選別する(合否判定)	4-8
4.4.1	合否判定結果でビープを鳴らす	4-8
4.4.2	合否結果を表示する	4-9
4.5	設定をメモリに保存する / 復帰させる	4-10
4.5.1	設定を保存する	4-10
4.5.2	設定を復帰させる	4-11
4.6	キークリック音を発生させる	4-12
4.7	ファームウェアのバージョンを確認する	4-12
5.	リモート制御	5-1
5.1	使用前の準備	5-2
5.1.1	リモート制御インターフェースの選択	5-2
5.1.2	GPIB の概要	5-2
5.1.3	USB の概要	5-5
5.1.4	通信についての注意事項	5-6
5.2	リモート/ローカル状態の切り替え	5-7
5.3	インターフェース・メッセージへの応答	5-8
5.4	コマンド一覧	5-9
5.5	コマンド解説	5-10
5.5.1	言語の概要	5-10
5.5.2	コマンド詳細説明	5-11
5.5.3	コマンド個別説明	5-12
6.	トラブルシューティング	6-1
6.1	故障と思われるとき	6-2
7.	保守	7-1
7.1	はじめに	7-2
7.2	日常の手入れ	7-2
7.3	保管・再梱包・輸送	7-2
7.4	バージョン番号の確認方法	7-2

目 次

7.5	性能試験	7-3
7.5.1	測定周波数確度	7-3
7.5.2	インピーダンス測定確度	7-3
7.6	校 正	7-4
8.	仕 様	8-1
8.1	仕様	8-2
8.2	外形寸法図	8-7

付 図・付 表

	ページ
図 1-1 ブロック図.....	1-4
図 2-1 ヒューズホルダの場所(リアパネル).....	2-6
図 3-1 正面パネル.....	3-2
図 3-2 背面パネル.....	3-2
図 3-3 測定端子の機能.....	3-6
図 3-4 試料との接続.....	3-7
図 3-5 電磁誘導を避けるケーブルの撚り方.....	3-9
図 3-6 通常測定モード画面例.....	3-10
図 3-7 Set プルダウンメニュー表示.....	3-11
図 3-8 各動作モード画面.....	3-12
図 3-9 測定パラメタ 1 の設定.....	3-13
図 3-10 測定パラメタ 2 の設定.....	3-14
図 3-11 等価回路の設定.....	3-15
図 3-12 測定周波数の設定(1).....	3-17
図 3-13 測定周波数の設定(2).....	3-17
図 3-14 測定信号レベルの設定(1).....	3-18
図 3-15 測定信号レベルの設定(2).....	3-18
図 3-16 測定速度の設定.....	3-19
図 3-17 DC バイアス源の設定.....	3-20
図 3-18 測定レンジの設定.....	3-21
図 3-19 外部トリガの設定.....	3-22
図 3-20 測定中のマーク.....	3-23
図 3-21 オープン補正データ測定時の接続.....	3-24
図 3-22 オープン補正(O/C Trim)の設定.....	3-25
図 3-23 オープン補正中の表示.....	3-25
図 3-24 ショート補正データ測定時の接続.....	3-26
図 3-25 ショート補正(S/C Trim)の設定.....	3-26
図 3-26 ショート補正中の表示.....	3-27
図 3-27 補正状況表示の例.....	3-27
図 3-28 デュアル測定がオンのときの補正状況表示の例.....	3-28
図 4-1 デュアル測定の設定.....	4-2
図 4-2 デュアル測定の例.....	4-2
図 4-3 4つのパラメタを表示した例.....	4-3
図 4-4 バーグラフ表示の例.....	4-4
図 4-5 上下限值を設定する測定パラメタの切り替え.....	4-4

図 4-6	上下限值設定方法の切り替え	4-5
図 4-7	最新の測定値を標準値にコピー	4-5
図 4-8	オートトリガ関連の設定	4-6
図 4-9	オートトリガ中の表示	4-7
図 4-10	オペレータモード時のオートトリガ中の表示	4-7
図 4-11	オペレータモードの表示例	4-8
図 4-12	合否判定結果でビープ音を出す	4-8
図 4-13	合否結果を表示する	4-9
図 4-14	合否結果表示の設定	4-9
図 4-15	設定を保存する	4-10
図 4-16	設定を復帰させる	4-11
図 4-17	キークリックの設定を行う	4-12
図 4-18	ファームウェアバージョンの確認	4-12
図 5-1	GPIB アドレスの設定	5-3
図 5-2	USB の関連 ID の表示	5-6
図 5-3	リモート状態の表示	5-7
図 8-1	基本確度チャート	8-6
図 8-2	外形寸法図	8-7
表 2-1	構成表	2-2
表 3-1	測定パラメタ換算一覧	3-16
表 5-1	インタフェース・メッセージに対する応答	5-8
表 5-2	コマンド一覧	5-9
表 6-1	おかしいと思ったら	6-2

1. 概 説

1.1 特 長	-----	1-2
1.2 応 用	-----	1-2
1.3 機能一覽	-----	1-3
1.4 動作原理	-----	1-4

1.1 特 長

「LCR メータ ZM2410」は、最高測定周波数 1MHz の LCR メータです。基本確度が 0.1% と高く、電子部品の製造、材料の研究まで、インピーダンス測定に広くお使いいただけます。

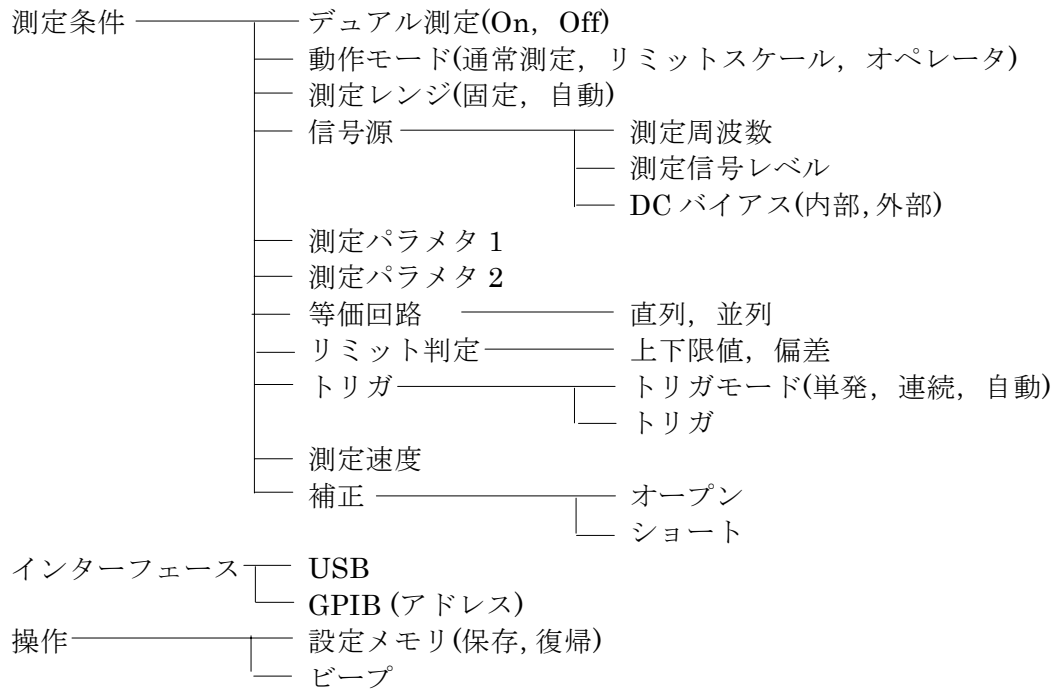
- ・ 測定周波数範囲
20Hz～1MHz の広い周波数範囲で、試料の詳細なインピーダンス特性を測定できます。
- ・ 大型表示
大型 LCD(3.8 インチ)により、測定結果や測定条件の視認性に優れます。
- ・ デュアル測定
1 回のトリガで、2 組の設定(周波数/信号レベル)の測定が可能です。
- ・ DC バイアス
内部+2V、外部±40V の DC バイアスを印加可能です。
- ・ リモート制御
GPIB, USB を標準で備えています。
- ・ 直流抵抗測定
インダクタやトランスの巻線抵抗などの直流抵抗を測定できます。

1.2 応 用

コンデンサ、インダクタ、センサの検査、選別、および評価試験。
誘電体、磁性材料の評価、研究。

1.3 機能一覧

以下に、ZM2410 のおよその機能ツリーを示します。



1.4 動作原理

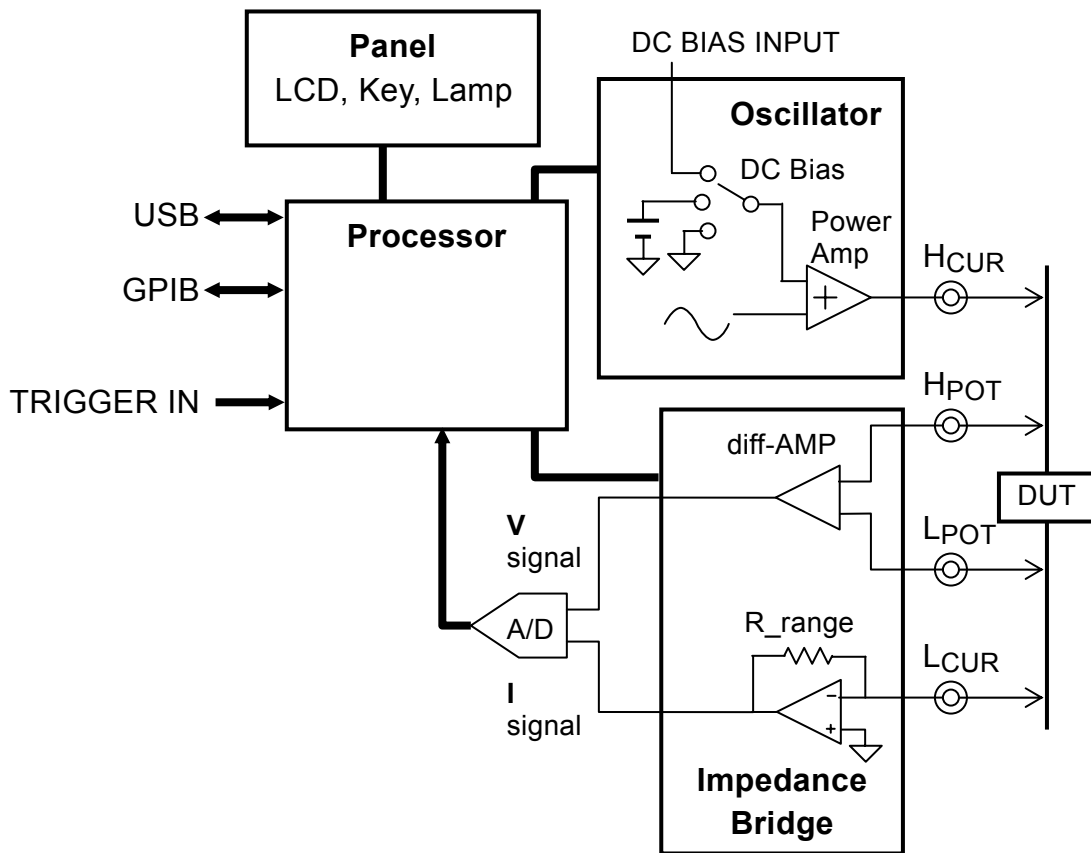


図1-1 ブロック図

●プロセッサ (Processor)

プロセッサは、ユーザの操作に従って発振器やインピーダンスブリッジを制御し、試料から得られた電圧信号と電流信号から、それらのベクトル比を計算します。その後必要な補正を行い、最後に要求されたパラメタに変換して表示・出力します。

●発振器 (Oscillator)

発振器は、水晶発振器を基準クロックとした、正確な周波数を持つ正弦波信号を生成します。

●インピーダンスブリッジ (Impedance Bridge)

試料を流れる電流は、レンジ抵抗によって電圧に変換されます。このとき L_{CUR} 端子の電位は、ブリッジの自動平衡動作によってほぼゼロに保たれます。対地容量や絶縁抵抗を通して接地に逃げて検出されない電流を低減できます。

試料両端の電圧は、差動アンプで検出します。

その後、電圧信号と電流信号は A/D 変換器でデジタル値に変換され、メインプロセッサに送られます。

2. 使用前の準備

2.1 使用前の確認	2-2
2.2 設置	2-4
2.2.1 設置時の一般的な注意事項	2-4
2.2.2 設置条件	2-4
2.3 接地及び電源接続	2-5
2.4 簡単な動作チェック	2-7
2.5 校正	2-8

2.1 使用前の確認

■ 安全の確認

ZM2410 をご使用になる前に、この取扱説明書の巻頭に記載されております「安全にお使いいただくために」をご覧ください。安全性の確認を行ってください。

また電源に接続する前に「2.3 接地および電源接続」をお読みになり、安全のための確認を十分に行ってください。

■ 開梱時の確認

まず最初に、輸送中の事故などによる損傷がないことをお確かめください。

開梱したら、「表 2-1 構成表」と照らし合わせて員数をご確認ください。

表2-1 構成表

ZM2410 本体	1
付属品	
取扱説明書	1
ケルビンテストクリップ (PA-001-2002)	1
電源コードセット (3 極, 2m)	1

⚠ 警告

機器の内部には、高電圧の箇所があります。カバーは取り外さないでください。

機器内部の点検は、危険防止に精通している訓練されたサービス技術者以外の方は行わないでください。

■ 信号ケーブル

信号ケーブルは付属していませんので、別途市販のケーブルをお求めください。ケーブル仕様は次のとおりです。

・ USB ケーブル

USB1.1 または USB2.0 規格適合ケーブル ZM2410 との接続は A 型プラグです。

・ GPIB ケーブル

IEEE488.1 規格適合ケーブル

■ 関連製品

以下のテストフィクスチャ，テストリードも使用できます。用途や試料の形状に合わせて別途お求めください。

2323A	直結型テストフィクスチャ（リード付き部品用，4 端子接続）
2324	独立 4 端子ワニグチクリップテストリード
ZM2391	3 端子ワニグチクリップテストリード
2325AL	ケルビンクリップテストリード（大型クリップ）
2325AM	ケルビンクリップテストリード（中型クリップ）
ZM2392	ケルビンクリップテストリード
2326A	チップ部品用テストリード（ピンセット型，2 端子接続）
ZM2393	チップテストフィクスチャ（直結型，側面電極部品用，2 端子接続）

2326A, ZM2391, ZM2393 は，試料と 2 端子接続になるので，接触抵抗やその変動の影響を受けます。およそ 100 Ω 以下の測定では，追加誤差を評価してからご使用ください。

ここに示す情報は，この取扱説明書を作成した時点のものです。関連製品は，予告なく内容が変更されたり，廃止や追加が行われることがあります。ご注文にあたっては，必ず当社または当社代理店にご確認ください。

2.2 設置

2.2.1 設置時の一般的な注意事項

⚠ 注意

ZM2410 を破損することがあるので、下記の事項にご注意ください。

- ・ ZM2410 は、必ず水平に（底面を床に向けて）設置してお使いください。背面や側面を下にして（立てて）使用すると、倒れ易く危険です。

■ パネル、ケースの取扱い

ZM2410 の正面パネルはプラスチック製です。鋭利なものや高温のもので損傷しないようにご注意ください。

パネルやケースの表面が汚れたときは、柔らかい布で拭いてください。汚れがひどい時は、中性洗剤に浸し堅くしぼった布で拭いてください。シンナーやベンジンなどの有機溶剤や化学雑巾等で拭くと、変質や曇りを生じたり、塗装がはがれたりすることがありますので避けてください。

2.2.2 設置条件

ZM2410 は、下記の温度、湿度条件を満たす場所に設置してください。

動作	0 ~ +40℃ / 5 ~ 80%RH（結露がないこと）
性能保証	+18 ~ +23℃ / 5 ~ 80%RH（結露がないこと）
保管	-10 ~ +50℃ / 5 ~ 80%RH（結露がないこと）

⚠ 注意

下記のような場所に設置することは避けてください。

- ・ 直射日光が当たる場所や、熱発生源の近く。
- ・ ほこり、塩分、金属粉などが多い場所。
- ・ 腐食性ガス、蒸気、油煙などが多い場所。
- ・ 振動が多い場所。
- ・ 強磁界、強電界発生源の近く。
- ・ パルス性雑音源の近く。

測定確度が重要なときは、お使いになる前に 30 分以上のウォームアップを行ってください。

ZM2410 や他の機器の電源コードと信号ケーブルを離してください。電源コードと信号ケーブルが近づいていると、誤動作や雑音による測定ばらつきの原因になることがあります。

2.3 接地及び電源接続

■ 接 地

警 告

感電を防止するため、下記の事項をお守りください。

測定用の接続をする前に、保護接地端子を必ず接地してください。

ZM2410 の保護接地端子は、3 極電源コードの接地ピンです。必ず、保護接地コンタクトを持った 3 極電源コンセントに電源プラグを挿入してください。

■ 電 源

注 意

電源コンセントの電圧が仕様の電源電圧範囲内であることを確認してから電源を接続してください。さもないと、ZM2410 を破損することがあります。

ZM2410 は、下記の商用電源で動作します。

電源電圧範囲 : AC90V ~ 250V

電源周波数範囲 : 47Hz ~ 63Hz

消費電力は、最大 74VA です。

電源コードを接続する前に、電源スイッチがオフの状態になっていることを確認してください。また、電源を切り、再び電源を投入するときは、5 秒以上の間隔をあけてください。

警 告

機器の内部には、高電圧の箇所があります。カバーは取り外さないでください。

注 意

付属品の電源コードセットは、電気用品安全法適合品で、日本国内専用です。AC125V を超える電源電圧、国外、他の機器での使用はできません。

AC125V を超える電源電圧や国外でご使用になるときは、当社または当社代理店にご相談ください。

■ 電源ヒューズは定格を守ってください

⚠ 警告

発火などのおそれがあります。ヒューズを交換するときは、同一定格のものを使用してください。

この製品のヒューズは、定格 1.6A/250V、タイムラグ型、消弧剤入り、サイズ $\phi 5.2 \times 20\text{mm}$ を 2 本使用します。

ヒューズを交換するときは、必ず電源コードをコンセントから抜いてください。

ヒューズは、ZM2410 の AC インレット(リアパネル右)のヒューズホルダに装着されています。ヒューズの交換方法を以下に示します。

- 1) ZM2410 の電源スイッチをオフにし、インレットより AC ケーブルを抜きます。
- 2) ヒューズホルダを手前にスライドして引き出します。

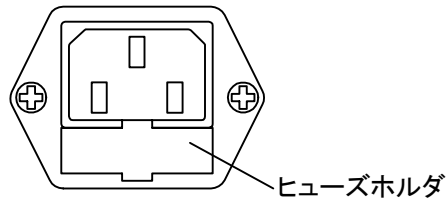


図2-1 ヒューズホルダの場所(リアパネル)

- 3) ZM2410 はヒューズを 2 本使用します。切れたほうのヒューズを新品のヒューズと交換します。2 本とも溶断していないヒューズが装着されていないと、ZM2410 には電源が入りません。
- 4) 引き出していたヒューズホルダを、“カチッ” という音がするまで押し込みます。

以上でヒューズの交換は終了です。

2.4 簡単な動作チェック

重要な測定の前や、長期間使用しなかったときは、以下の手順で ZM2410 の動作をチェックすることをお勧めします。お使いになる範囲でチェックしてください。

1. 電源コードを接続して、電源スイッチをオンにしてください。
起動メッセージが消えて測定画面が表示されるまで待ちます。
2. 基本的な設定を行います。
プルダウンメニュー **Option—Measurement** を選択します。リスト中に **Measurement** が
ないときは、既に通常測定モードになっています。
SNGL/RPT キーを押して、連続測定モードにします。
3. 付属のケルビンテストクリップを正面パネルの測定端子に接続します。
4. ケルビンクリップに試料を取り付けます。
正確にインピーダンスのわかった試料をご用意ください。
5. 測定条件を切り換えて、正常に測定できることを確認します。
ソフトキー **Func1** : 測定パラメタを選択します。
ソフトキー **Freq** : 周波数を設定します。
ソフトキー **Level** : 測定信号レベル(電圧)を設定します。

―― 測定結果の評価について ――

接続方法や、**O/C Trim** (オープン補正)・**S/C Trim**(ショート補正)の有無で測定値が変わることがあるので、これらによる誤差を考慮してください。また、周波数や信号レベルで試料自身のインピーダンスが変わることがあるので、試料の特性はあらかじめご確認ください。

以上で簡単な動作チェックは完了です。

2.5 校正

ZM2410 は、使用環境や使用頻度にもよりますが、少なくとも 1 年に 1 回は「7.5 性能試験」を行ってください。

また、重要な測定や試験に使用するときは、使用直前に性能試験を行うことをおすすめします。

性能試験で定格を満足しなかった場合は、当社で調整または校正を行い、性能を回復させます。

校正や調整が必要なときは、当社または当社代理店にご連絡ください。

校正や調整は有償にて承っております。

3. パネル面と基本操作の説明

3.1	パネル各部の名称と動作	3-2
3.2	電源投入時の表示及び初期設定	3-3
3.2.1	電源投入前の確認	3-3
3.2.2	電源投入時の表示	3-4
3.3	操作ツリー	3-5
3.4	試料を接続する	3-6
3.4.1	測定端子	3-6
3.4.2	試料の接続方法	3-7
3.4.3	接続時の注意事項	3-8
3.5	基本操作	3-10
3.5.1	測定画面の概要	3-10
3.5.2	基本的なキー操作	3-10
3.6	動作モードを設定する	3-12
3.7	測定パラメタの設定	3-13
3.7.1	測定パラメタ 1 の設定	3-13
3.7.2	測定パラメタ 2 の設定	3-14
3.8	等価回路の設定	3-15
3.9	測定周波数の設定	3-17
3.10	測定信号レベルの設定	3-18
3.11	測定速度の設定	3-19
3.12	DC バイアスの設定	3-20
3.13	測定レンジの設定	3-21
3.14	トリガについて	3-22
3.15	測定系誤差を補正する	3-24
3.15.1	オープン補正(O/C Trim)を行う	3-24
3.15.2	ショート補正(S/C Trim)を行う	3-26
3.15.3	補正状況を表示する	3-27

3.1 パネル各部の名称と動作

ここでは ZM2410 の正面パネル、背面パネル各部の名称と動作について説明します。

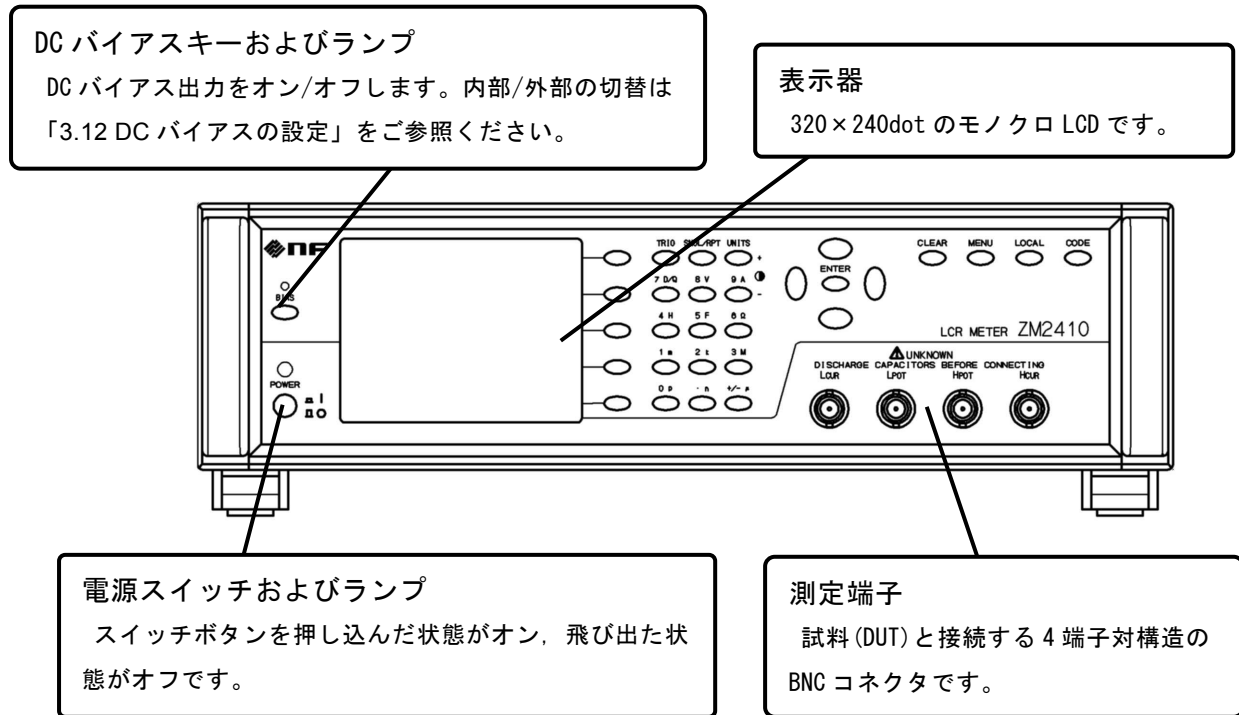


図3-1 正面パネル

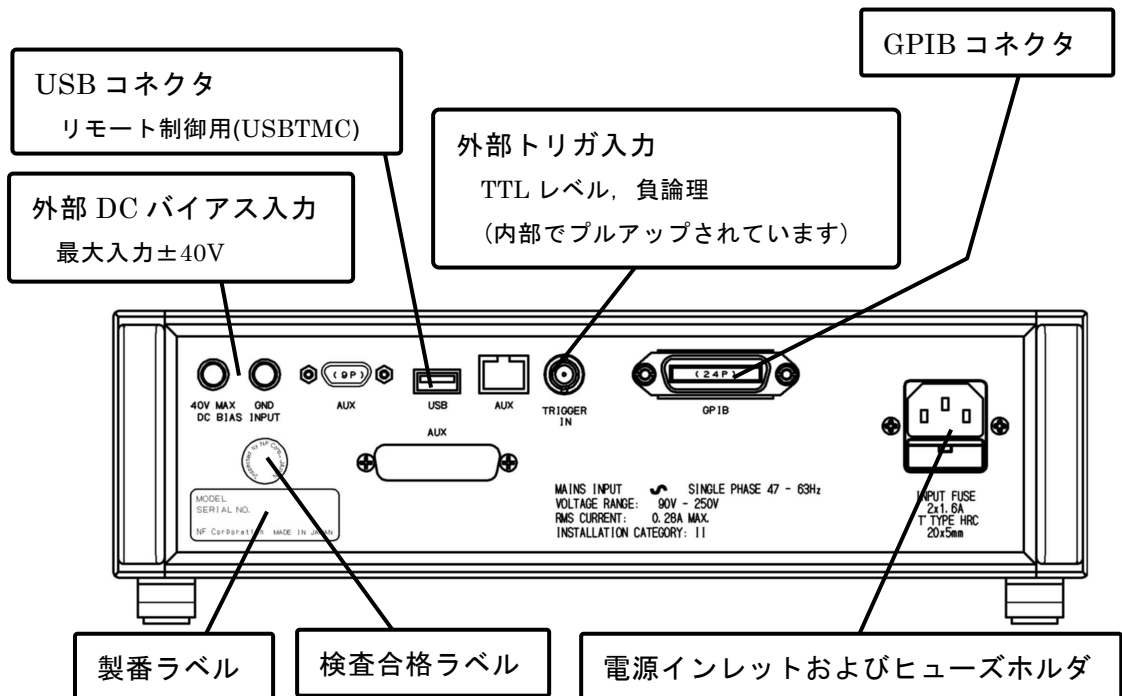


図3-2 背面パネル

3.2 電源投入時の表示及び初期設定

3.2.1 電源投入前の確認

ZM2410 は、下記の商用電源で動作します。

電源電圧範囲 : AC90V～250V

電源周波数範囲 : 47Hz～63Hz

消費電力は、最大 74VA です。

警告

感電事故を防止するため、下記の事項をお守りください。

測定用の接続をする前に、保護接地端子を必ず接地してください。

ZM2410 の保護接地端子は、3 極電源コードの接地ピンです。

必ず、保護接地コンタクトを持った 3 極電源コンセントに電源プラグを挿入してください。

注意

電源コンセントの電圧が ZM2410 の電源電圧範囲内であることを確認してから電源を接続してください。さもないと、ZM2410 を破損することがあります。

電源コードを接続する前に、電源スイッチがオフの状態になっていることを確認してください。また、電源を切り再び電源を入れるときは、5 秒以上の間隔を空けてください。

注意


電源のオンオフは、5 秒以上の間隔を空けて行ってください。

短時間にオンオフを繰り返すと、正常に動作しないことがあります。

電源の投入は、下記の手順で行ってください

- ・ 背面の電源スイッチがオフになっている（下に倒れている）ことを確かめます。
- ・ 背面の電源インレットに電源コードを接続します。
- ・ 電源コードのプラグを 3 極の電源コンセントに差し込みます。
- ・ 電源スイッチを上倒して ZM2410 の電源を入れます。

電源がオンになると、起動メッセージを表示したのち、測定できる状態になります。

起動時の表示  「3.2.2 電源投入時の表示」

3.2.2 電源投入時の表示

まず「2. 使用前の準備」に従って、使用する準備を行います。

電源スイッチをオンにすると、LCD に起動メッセージ（下記）が表示されます。



この間、自己診断を行っています。異常が発見されると、エラーメッセージが表示されます。重大な異常が発見されると、エラーメッセージを表示したまま、それ以上動作しません。

自己診断が終了すると、使用可能な状態になります。

3.3 操作ツリー

ZM2410 をパネルから操作するときの操作ツリーを以下に示します。
操作方法については、「3.5.2 基本的なキー操作」をご覧ください。

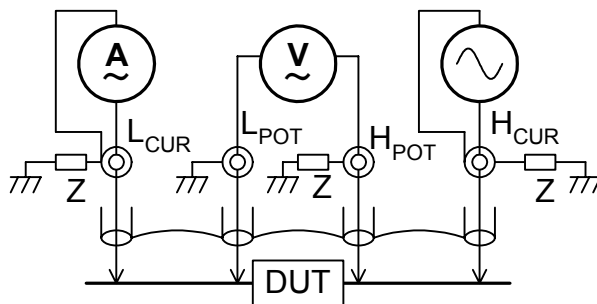
—	Menu	:	メインメニュー
—	Settings		
—	Pass/Fail Warning	:	{ 合否表示設定 }
—	Pass/Fail Buzzer	:	{ 合否判定ビープ設定 }
—	Internal Buzzer Pass Tones	:	{ 合格時ビープ音設定 }
—	Internal Buzzer Fail Tones	:	{ 不合格時ビープ音設定 }
—	Auto Trigger Threshold	:	{ オートトリガ閾値設定 }
—	External/Auto Trigger Delay	:	{ トリガディレイ設定 }
—	External Trigger	:	{ 外部トリガ設定 }
—	External Control		
—	GPIB Primary Address	:	{ GPIBアドレス設定 }
—	Status	:	{ 機器情報表示 }
—	Test		
—	Test1		
—	Test2	:	{ デュアル測定設定 }
—	Set		
—	Function1	:	{ 測定パラメタ1設定 }
—	Function2	:	{ 測定パラメタ2設定 }
—	Equ.Cct.	:	{ 等価回路(並列/直列)設定 }
—	Frequency	:	{ 測定周波数設定 }
—	Drive Level	:	{ 測定信号レベル設定 }
—	Speed	:	{ 測定速度設定 }
—	DC Bias	:	{ DCバイアス設定 }
—	Range	:	{ 測定レンジ設定 }
—	Cal.		
—	Trim Status	:	{ 補正実施状態表示 }
—	O/C Trim	:	{ オープン補正実行 }
—	S/C Trim	:	{ ショート補正実行 }
—	Option		
—	Measurement	:	{ 通常測定モードに設定 }
—	Limit-Scale	:	{ リミットスケールモードに設定 }
—	Operator	:	{ オペレータモードに設定 }
—	Trigger Mode	:	{ トリガモード設定 }
—	Ext Control	:	{ 外部制御設定 }
—	Buzzer	:	{ ビープ設定 }
—	More		
—	Recall	:	{ 設定呼出 }
—	Save	:	{ 設定保存 }
—	TRIG	:	{ トリガ }
—	SNGL/RPT	:	{ シングル/リピートトリガ設定 }
—	UNITS / 9	:	{ LCDコントラスト調整 }

3.4 試料を接続する

3.4.1 測定端子

■ 各端子の説明

H _{CUR}	試料(DUT)を駆動する信号を出力します。
H _{POT}	試料にかかる電圧を測定します。
L _{POT}	
L _{CUR}	試料を流れる電流を測定します。



各端子の外部導体（シールド）は4本いっしょに接続します。信号電流の帰還経路になるので、H_{CUR}端子とL_{CUR}端子の外部導体（シールド）は、必ず接続してください。

図3-3 測定端子の機能

L_{POT}の外部導体（シールド）はZM2410の筐体グラウンドに接続されています。そのほかの端子のシールドは直流では筐体グラウンドと接続されていますが、高周波では高インピーダンスで筐体と絶縁されています。一方、ZM2410筐体は電源コードの接地ピンを介して接地されています。試料(DUT)近傍で信号ケーブルのシールドを接地すると、ZM2410電源コードの接地線を含む大きなグラウンドループが形成されてノイズの影響を受けやすくなります。信号ケーブルのシールドは、一般的には接地しない方が良好な結果が得られます。

■ 電源が切れているときの測定端子

電源が切れているときでも、測定端子は内部の回路に接続されています。

⚠ 警告

ZM2410の測定端子L_{CUR}、L_{POT}、H_{POT}、H_{CUR}の測定カテゴリはCAT Iです。電源コンセントや配電盤、機器内部などの電源ラインに直接接続しないでください。また、接地（シールド）に電圧を加えないでください。大電流が流れてZM2410を破損することがあります。

⚠ 注意

測定端子に外部から信号を加えないでください。
電源が切れていても、外部から信号を加えないでください。
ZM2410を破損することがあります。

⚠ 注意

充電されたコンデンサを接続しないでください。
試料が充電されている恐れがあるときは、十分に放電してから接続してください。
測定端子に放電すると、ZM2410 を破損することがあります。

■ 測定信号

測定信号の主な仕様は次のとおりです。

信号レベル	ACZ 測定時：10mVrms～2Vrms Rdc 測定時：1V or 2V
DC バイアス	内部：+2V，外部：最大±40V
出力インピーダンス	100Ω

3.4.2 試料の接続方法

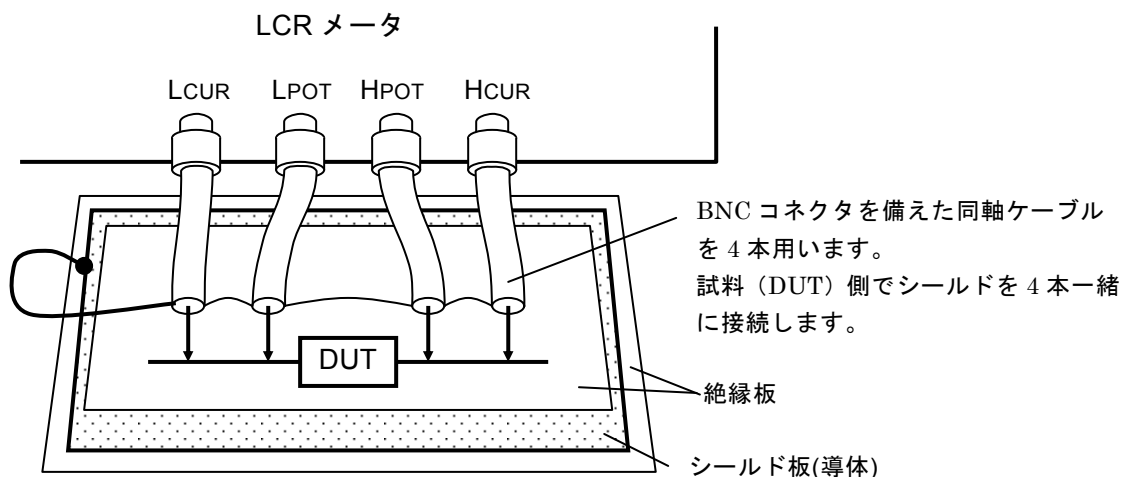
■ 付属のケルビンテストクリップを使用するとき

付属ケルビンテストクリップの4本のケーブルには、各々HCUR、HPOT、LPOT、LCURのラベルが付いています。フロントパネル BNC のラベルと一致するように接続してください。

ケルビンクリップを開いて、試料のリード線をはさみます。このとき、赤色のバンドを巻いたクリップがプラス極性側です。DC バイアスを出力するときは、プラス側が DC バイアスのプラス側になります。極性を間違えないように接続してください。

■ ユーザ独自のテストフィクスチャを製作するとき

付属のケルビンテストクリップでは接続が困難な場合など、テストフィクスチャを製作される際の注意事項について説明します。



雑音の混入で測定値が不安定になるときは、測定ケーブルの外部導体（シールド）接続した金属板を下に敷くなどしてシールドすると効果があります。
測定ケーブルのシールドは、一般的には接地しない方が雑音の影響を受けにくくなります。測定の状況によって接地の有無を決定してください。

図3-4 試料との接続

高インピーダンスの測定では、試料の周りをシールドすると測定値のばらつきを抑えることができます。簡易的には、ZM2410の上面に絶縁板を置き、その上で測定します。

ZM2410は、接地された試料を測定できません。試料の両端は、どちらも接地から絶縁されている必要があります。

市販のテストフィクスチャやテストリードをお使いになるときは、それらの取扱説明書もご覧ください。各端子シールド間の接続がないものは、ZM2410では一緒に使えません。

3.4.3 接続時の注意事項

■ シールドの処理

接続ケーブルのシールド（外部導体）は、試料側で4本一緒に接続してください。H_{CUR}端子から試料を通過してL_{CUR}端子に流れた電流は、シールドを通過してH_{CUR}端子に戻ります。この帰路がないと正常に測定できません。電圧検出部の基準電位を安定させるために、電圧ケーブルのシールドと電流ケーブルのシールドも接続してください。

接続ケーブルのシールドは接地しないでください。接地すると、グラウンドループによる電磁結合や他の機器との共通インピーダンス結合により、雑音が混入することがあります。

■ ケーブルの選定

大容量コンデンサなど低インピーダンスの測定では、L_{CUR}ケーブルの電圧降下が同相モード雑音となり測定誤差が増大します。この誤差はオープン補正、ショート補正では補正できません。ケーブルと試料の間にある回路（プローブの抵抗や接触抵抗を含む）も同様に影響するのでご注意ください。

小容量コンデンサなどの高インピーダンス試料の測定で接続ケーブルが長くなると、ケーブルの静電容量のために誤差が大きくなります。非常に長いケーブルでは、ケーブルの中心導体の抵抗値や静電容量の影響でZM2410の動作が不安定になり、測定できないことがあります。試料の対地容量が大きい場合も、動作が不安定になることがあります。試料やケーブルの抵抗値にもよりますが、接続ケーブル4本の静電容量と試料などの対地容量の合計は数100pF程度以下に抑えてください。

■ ケーブルの引き回しと電磁誘導

周辺にモータや電源トランスなど大きな磁界を発生する雑音源があると、電磁誘導により雑音が混入します。これを避けるために、大きなループができないように配線してください。

電流ケーブル(H_{CUR} , L_{CUR})と電圧ケーブル(H_{POT} , L_{POT})の間で電磁誘導が起きると低インピーダンスの測定で誤差が大きくなったり、ケーブルの移動に伴って誤差が変動します。電圧ケーブル同士と電流ケーブル同士をそれぞれ2本ずつ撚ったり、断面を見たとき電圧ケーブル同士/電流ケーブル同士が対角線上に並ぶように4本まとめて撚ることで(カッド撚り)、ケーブル間の電磁誘導による誤差を低減できます。

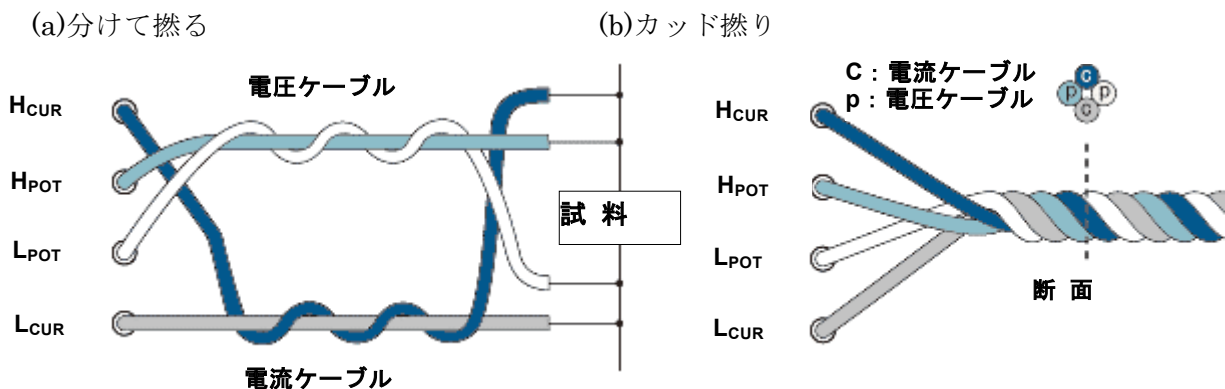


図3-5 電磁誘導を避けるケーブルの撚り方

■ 静電結合による雑音の混入

L_{CUR} , L_{POT} ケーブルの中心導体が露出すると、雑音源との静電結合により雑音が混入します。静電シールドを施すか、周辺の電位を一定に保持してください。

ZM2410の筐体は必ず接地してください。3極電源コードを用いて、ZM2410と保護接地コンタクトを持った3極電源コンセントを接続すれば接地されます。接地しないと、危険だけでなく、筐体の電位が電源周波数やライン雑音に従って変動するため、大きな雑音が混入します。

■ 2端子接続化を避ける

L_{CUR} ケーブルと L_{POT} ケーブルを途中でつなぐと、試料との接触抵抗(二つの接触抵抗を並列にした抵抗値)を含めて測定することになります。 H_{CUR} ケーブルと H_{POT} ケーブルを途中でつないだときも同様です。H側、L側共に途中でつなぐと、見かけは4本でも、2端子接続と等価になります。低インピーダンスの測定や、小さな損失D(あるいは等価直列抵抗ESR)の測定で、接触抵抗が無視できないときは、接続ケーブルを必ず4本独立に試料と接続してください。

■ 接触抵抗の影響

試料との接触抵抗に起因する誤差は4端子接続により抑えられますが、電圧測定端子の入力インピーダンスは無限大ではないので多少の影響を受けることがあります。特に接触抵抗とケーブル抵抗値の合計が 10Ω を超えるときは、事前に評価してからお使いください。

3.5 基本操作

ZM2410には3つの動作モード(通常測定モード, リミットスケールモード, オペレータモード)があります。ここでは最も基本的な通常測定モードでの操作について説明します。動作モードの変更方法は「3.6 動作モードを設定する」をご覧ください。リミットスケールモードおよびオペレータモードについては「4. 応用操作例」をご参照ください。

3.5.1 測定画面の概要

通常測定モードの画面の例を図3-6に示します。

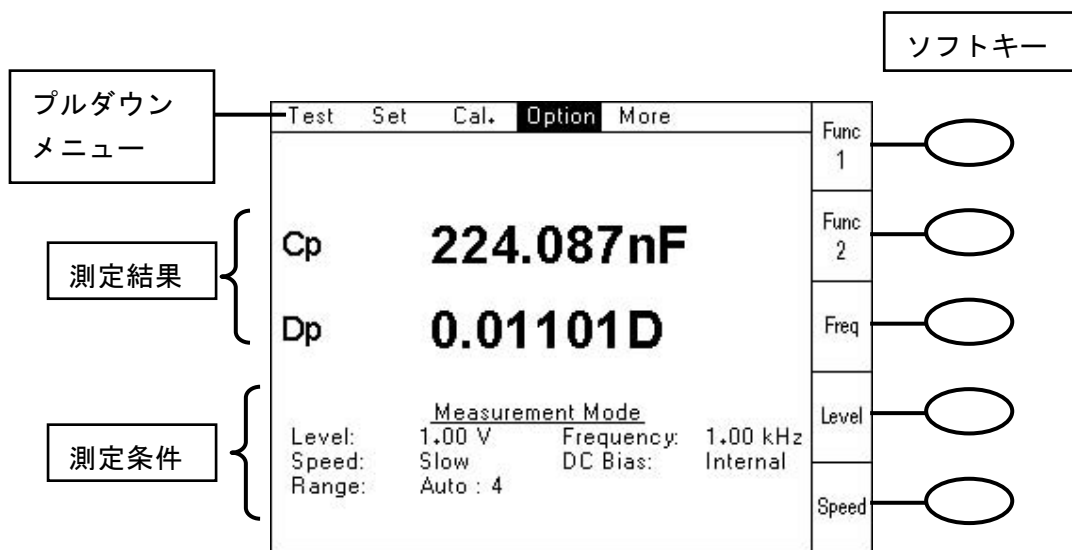


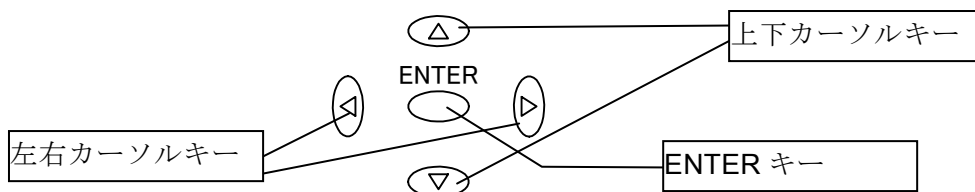
図3-6 通常測定モード画面例

設定は画面上部のプルダウン形式のメニュー，あるいは画面右側のソフトキーで行います。

3.5.2 基本的なキー操作

○プルダウンメニュー操作

フロントパネル中央の4つのカーソルキーで操作します。



左右カーソルキー ◀ ▶ で目的のメニュー項目に移動し，ENTER キーあるいは下カーソルキー ▽ でそのメニューが表示します。

Test	Set	Cal.	Option	More	Func 1
	Function 1				Func 2
	Function 2				Freq
	Equ. Cct.				Level
	Frequency				Speed
Cp	Drive Level			3.831 nF	
	Speed				
Dp	DC Bias			1115D	
	Range				
<u>Measurement Mode</u>					
Level:	1.00 V	Frequency:	1.00 kHz		
Speed:	Slow	DC Bias:	Internal		
Range:	Auto : 4				

図3-7 Set プルダウンメニュー表示

目的の項目を上下カーソルキー \triangle ∇ で移動し、ENTER キーを押すとその項目の設定が画面下部で行えるようになります。

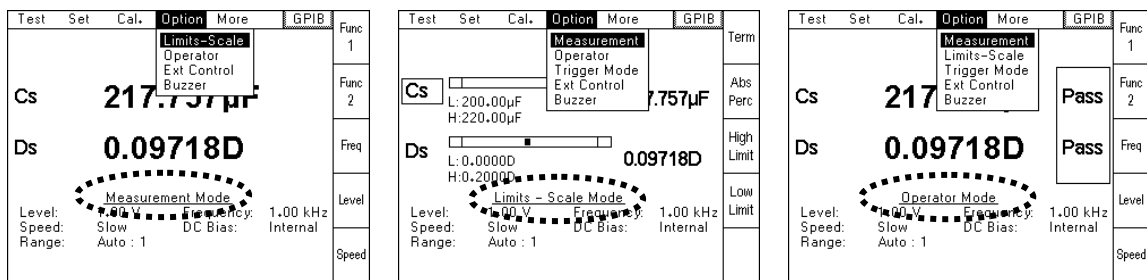
別のメニューを選択するときは、上カーソルキー \triangle をプルダウンメニューが閉じるまで押して、左右カーソルキーでメニュー間移動を行います。

3.6 動作モードを設定する

ZM2410 には、3つの動作モードがあります。

- ・通常測定モード 通常の LCR メータとして動作。
- ・リミットスケールモード 上下限值を設定し、測定結果が上下限範囲中のどの位置にあるかをバーで表示。
- ・オペレータモード 上下限值を設定し、測定値と合否判定結果を表示。

動作モードは、プルダウンメニュー **Option** で変更します。メニューの内容は、現在設定されている動作モードによって異なります。また、測定条件表示部に現在の動作モードが表示されます。



通常動作モード

リミットスケールモード

オペレータモード

図3-8 各動作モード画面

3章では、最も基本的な通常測定モードの使い方について説明します。その他の動作モードについては、「4. 応用操作例」をご覧ください。

3.7 測定パラメタの設定

ZM2410 は、同時に 2 つの測定パラメタ(測定結果)を表示できます。さらに、デュアル測定をオンにすると、最大 4 つの測定パラメタを表示できます。デュアル測定については、「4.1 2 つの周波数で測定する」をご覧ください。

3.7.1 測定パラメタ 1 の設定

LCD 中央の測定結果部の上段が測定パラメタ 1 です。プルダウンメニュー Set-Function1 を選択して ENTER キーを押し、画面下部で設定します。ソフトキー Func1 でも設定できます。

Test	Set	Cal.	Option	More	Func 1
Cp	223.831 nF				Func 2
Dp	0.01115D				Freq
Measurement Mode Level: 1.00 V Frequency: 1.00 kHz Level Speed: Slow DC Bias: Internal Range: Auto : 4					Speed
Function 1: C L X B Z Y Q D R G Rdc					

図3-9 測定パラメタ 1 の設定

現在設定されている測定パラメタが反転表示されています。左右カーソルキーで設定変更して ENTER キーを押します。測定パラメタ 1 は、下記の範囲から選択できます。

- C : キャパシタンス (単位: F)
- L : インダクタンス (単位: H)
- X : リアクタンス (単位: Ω)
- B : サセプタンス (単位: S)
- Z : インピーダンスの大きさ (単位: Ω)
- Y : アドミタンスの大きさ (単位: S)
- Q : 品質係数 (単位なし)
- D : 損失率 (単位なし)
- R : レジスタンス (単位: Ω)
- G : コンダクタンス (単位: S)
- A : 位相角 (単位: deg)
- Rdc : 直流抵抗 (単位: Ω)

測定パラメタ 1 で Rdc を選択すると、測定パラメタ 2 は強制的にオフ(非表示)になります。

3.7.2 測定パラメタ 2 の設定

LCD 中央の測定結果部の下段が測定パラメタ 2 です。プルダウンメニュー Set-Function2 を選択して ENTER キーを押し、画面下部で設定します。ソフトキー Func2 でも設定できます。

Test	Set	Cal.	Option	More	Func 1
Cp	223.831 nF				Func 2
Dp	0.01115D				Freq
Measurement Mode Level: 1.00 V Frequency: 1.00 kHz Speed: Slow DC Bias: Internal Range: Auto : 4					Level
Function 2: C L X B Z Y Q D R G A Off					Speed

図3-10 測定パラメタ 2 の設定

現在設定されている測定パラメタが反転表示されています。左右カーソルキーで設定変更して ENTER キーを押します。選択できる項目は測定パラメタ 1 とほぼ同じですが、Rdc の代わりに Off が表示されます。Off を選択すると、測定パラメタ 2 は非表示になります。

(各パラメタの添え字について)

各パラメタには、LCD 表示では"s"あるいは"p"の添え字が付きます。各々直列等価回路 (series), 並列等価回路(parallel)の意味です。等価回路設定については、「3.8 等価回路の設定」をご覧ください。

(損失係数 D の極性表示について)

低損失なコンデンサを測定すると、D はゼロに近い非常に小さい値となります。原理的には必ず正の値($0 < D$)になりますが、実際の測定ではノイズの混入や測定のばらつきで D がマイナスの値として測定・表示される場合があります。

ZM2410 には、D がマイナスの値に測定されたときに、極性を変更して表示させる機能があります。フロントパネルの CODE, 2, 0, ENTER とキーインすると、LCD に D 極性の制御画面が表示されます。

Negative D : -D Zero +D

-D : 測定された結果のまま画面に表示します。

Zero : $D < 0$ の場合、D をゼロとして画面に表示します。

+D : $D < 0$ の場合、D の極性を反転して(プラスにして)画面に表示します。

通常は"-D" で使用しますが、必要に応じて設定変更してください。

3.8 等価回路の設定

プルダウンメニュー **Set—Equ.Cct.** を選択して **ENTER** キーを押し、画面下部で設定します。

Test	Set	Cal.	Option	More	Func 1
	Cp	223.912nF			Func 2
	Dp	0.01111D			Freq
		<u>Measurement Mode</u>			Level
	Level:	1.00 V	Frequency:	1.00 kHz	Speed
	Speed:	Slow	DC Bias:	Internal	
	Range:	Auto : 4			
	Equ. Cct.:	Parallel	Series		

図3-11 等価回路の設定

現在の設定が反転表示されています。左右カーソルキーで設定変更して **ENTER** キーを押します。設定した等価回路に応じて、測定パラメタ 1 および測定パラメタ 2 に "p" あるいは "s" の添え字が付きます。

測定パラメタ設定と等価回路設定により、LCD に表示される数値は「表 3-1 測定パラメタ換算一覧」のように換算されて表示されます。同じ測定パラメタでも等価回路設定によって数値が異なる場合があるのでご注意ください。

測定パラメタが **Rdc** に設定されているときは、等価回路設定は行えません。

表3-1 測定パラメタ換算一覧

測定パラメタ	等価回路設定	
	Series	Parallel
Z, Y R, X G, B	$\dot{Z} = Rs + jXs$ $\dot{Y} = Gp + jBp = \frac{1}{\dot{Z}} = \frac{Rs - jXs}{Rs^2 + Xs^2}$ $Zs = Zp = \dot{Z} = \sqrt{Rs^2 + Xs^2}$ $Yp = Ys = \dot{Y} = \sqrt{Gp^2 + Bp^2}$ $Rp = \frac{1}{Gp}, \quad Xp = \frac{1}{Bp}$ $Gs = \frac{1}{Rs}, \quad Bs = \frac{1}{Xs}$	
A	$As = \tan^{-1} \frac{Xs}{Rs}$	$Ap = \tan^{-1} \frac{Bp}{Gp} = \tan^{-1} \frac{-Xs}{Rs} = -As$
L, C	$Ls = \frac{Xs}{2\pi f}$ $Cs = -\frac{1}{2\pi f Xs}$	$Lp = -\frac{1}{2\pi f Bp}$ $Cp = \frac{Bp}{2\pi f}$
Q, D	$Qs = Qp = \frac{1}{Ds} = \frac{1}{Dp}$ $= \text{sign}(Rs) \times \left \frac{Xs}{Rs} \right = \text{sign}(Gp) \times \left \frac{Gp}{Bp} \right $	

* Zs や Lp など、添え字の s および p は、各々直列(Series)、並列(Parallel)での値です。

* sign(x) は、x < 0 なら-1, 0 < x なら+1 となる演算です。

3.9 測定周波数の設定

プルダウンメニューSet-Frequencyを選択してENTERキーを押し、画面下部で設定します。ソフトキーFreqでも設定できます。

Test	Set	Cal.	Option	More	Func 1
Cp 222.344nF Dp 0.01176D					Func 2
					Freq
<u>Measurement Mode</u> Level: 1.00 V Frequency: 1.00 kHz Speed: Slow DC Bias: Internal Range: Auto : 4					Level
Frequency: 1.00 kHz					Speed

図3-12 測定周波数の設定(1)

現在の測定周波数が反転表示されます。フロントパネルの数値キーを押すと、LCD右側のソフトキーが周波数単位になります。

Test	Set	Cal.	Option	More	
Cp 222.344nF Dp 0.01176D					MHz
					kHz
<u>Measurement Mode</u> Level: 1.00 V Frequency: 1.00 kHz Speed: Slow DC Bias: Internal Range: Auto : 4					Hz
Frequency: 1					

図3-13 測定周波数の設定(2)

フロントパネルの数値キーとソフトキーの補助単位(Hz, kHz, MHz)で測定周波数を設定します。設定範囲は20Hz~1MHzで、設定分解能は以下の通りです。

周波数範囲	設定分解能
20Hz ~ 1kHz	5Hz
1kHz ~ 10kHz	50Hz
10kHz ~ 100kHz	500Hz
100kHz ~ 1MHz	5kHz

測定パラメタが Rdc に設定されているときは、周波数設定は行えません。

3.10 測定信号レベルの設定

プルダウンメニュー **Set—Drive Level** を選択して **ENTER** キーを押し、画面下部で設定します。ソフトキー **Level** でも設定できます。

Test	Set	Cal.	Option	More	Func
					1
Cp	221.897nF				2
Dp	0.01192D				Freq
Measurement Mode Level: 1.00 V Frequency: 1.00 kHz Speed: Slow DC Bias: Internal Range: Auto :					Level
Level: 1.00 V					Speed

図3-14 測定信号レベルの設定(1)

現在の信号レベルが反転表示されます。フロントパネルの数値キーを押すと、LCD 右側のソフトキーが電圧単位になります。

Test	Set	Cal.	Option	More	
Cp	221.897nF				
Dp	0.01192D				
Measurement Mode Level: 1.00 V Frequency: 1.00 kHz Speed: Slow DC Bias: Internal Range: Auto : 4					V
Level: 0.					mV

図3-15 測定信号レベルの設定(2)

フロントパネルの数値キーとソフトキーの補助単位(mV, V)で信号レベルを設定します。設定範囲は 10mV~2V です。

(測定パラメタが **Rdc** のとき)

測定信号レベルは、**1V** あるいは **2V** の選択となります。

3.11 測定速度の設定

プルダウンメニュー **Set-Speed** を選択して **ENTER** キーを押し、画面下部で設定します。ソフトキー **Speed** でも設定できます。

Test	Set	Cal.	Option	More	Func
					1
Cp	223.001 nF				2
Dp	0.01141 D				Freq
<u>Measurement Mode</u>					
Level:	1.00 V	Frequency:	1.00 kHz		Level
Speed:	Slow	DC Bias:	Internal		Speed
Range:	Auto : 4				
Speed: Maximum Fast Medium Slow					

図3-16 測定速度の設定

現在設定されている測定パラメタが反転表示されています。左右カーソルキーで設定変更して **ENTER** キーを押します。

速度設定は、内部の測定平均処理の回数設定に相当します。

設定速度	平均化回数($f < 850\text{Hz}$)	平均化回数($850\text{Hz} \leq f$)
Maximum	1	1
Fast	4	4
Medium	8	16
Slow	16	32

測定速度は遅い設定にするほど、平均化の効果でより正確で安定した結果が得られるようになります。また、50Hz/60Hz の商用電源周波数の影響も軽減されます。概ね平均化回数の平方根に比例した改善効果があります。

3.12 DC バイアスの設定

プルダウンメニュー **Set-DC Bias** を選択して **ENTER** キーを押し、画面下部で DC バイアス源(内部/外部)を設定します。

Test	Set	Cal.	Option	More	Func
					1
Cp	223.044nF				2
Dp	0.01140D				Freq
<u>Measurement Mode</u>					
Level:	1.00 V	Frequency:	1.00 kHz		Level
Speed:	Slow	DC Bias:	Internal		Speed
Range:	Auto : 4				
DC Bias: Internal External					

図3-17 DC バイアス源の設定

現在設定されている測定パラメタが反転表示されています。左右カーソルキーで設定変更して **ENTER** キーを押します。

DC バイアスの出力オン・オフ設定は、フロントパネル左側にある **BIAS** キーで行います。**BIAS** キーを押す度にオンとオフが切り替わり、オン時にはランプが点灯します。

内部バイアスは+2V 固定、外部バイアスはリアパネルの **DC BIAS INPUT** コネクタに接続した直流電源の電圧で決まります(最大±40V)。

測定パラメタが **Rdc** に設定されていると、DC バイアスの設定および出力は行えません。

3.13 測定レンジの設定

プルダウンメニューSet-Range を選択して ENTER キーを押し、画面下部で設定します。

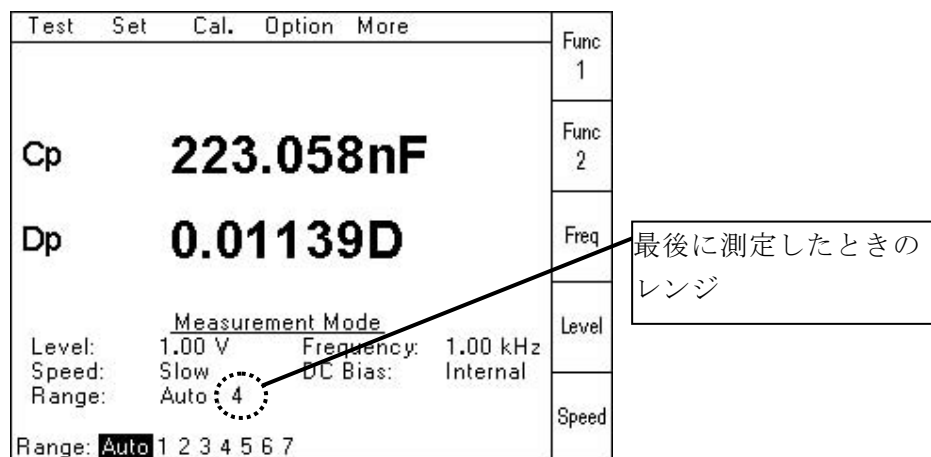


図3-18 測定レンジの設定

現在設定されている測定パラメタが反転表示されています。左右カーソルキーで設定変更して ENTER キーを押します。

「図 3-18 測定レンジの設定」の例は、最後に測定したときのレンジ設定は自動レンジ(Auto), そのときに内部で設定したレンジ番号は 4 であることを表しています。測定レンジと測定範囲の関係を以下に示します。

測定レンジ	測定範囲
1	< 7.9 Ω
2	7.0 Ω ~ 80 Ω
3	70 Ω ~ 690 Ω
4	610 Ω ~ 6.9k Ω
5	6.1k Ω ~ 69k Ω
6	61k Ω ~ 690k Ω
7	> 610k Ω

レンジの境界で測定範囲がオーバーラップしているのは、レンジ境界に近い試料を測定したときに頻繁にレンジ切替が生じるのを防ぐためです。

3.14 トリガについて

ZM2410 には、以下の 3 通りのトリガモードがあります。

- ・単一トリガ : トリガキー押下で一回測定を行います。
- ・リピートトリガ : 繰り返し測定します。
- ・オートトリガ : 試料が装着されたことを自動的に検出して測定します。

○単一トリガ

フロントパネルの TRIG キーを押すと 1 回測定を行います。TRIG キーの他、リアパネルの TRIGGER IN コネクタでトリガすることもできます(外部トリガ)。

(外部トリガについて)

外部トリガを有効にするには、パネルの MENU キーを押し、Main Menu 画面でソフトキー Settings を押します。

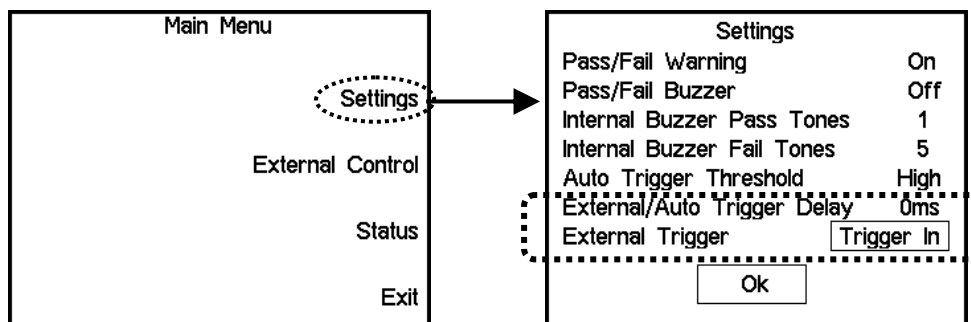


図3-19 外部トリガの設定

上下カーソルキーで External Trigger を選択します。左右カーソルキーを押すと Trigger In(外部トリガ有効)と Off(外部トリガ無効)が切り替わります。外部トリガを有効にするには、Trigger In を選択します。

■ トリガディレイの設定

トリガ信号が入力されて、実際に測定を開始するまでの時間(トリガディレイ)を設定できます。被測定試料をリレーで切替えて測定する場合など、測定系の接続が安定するまでに時間を要する場合に設定します。

上下カーソルキーで External/Auto Trigger Delay を選択して、フロントパネルの数値キーでトリガディレイを ms 単位で入力します(最大 4999ms)。CLEAR キーを押すと入力されていた数値がクリアされます。

設定が終了したら ENTER キーを押し、Main Menu 画面でソフトキー Exit を押して Main Menu を閉じます。

外部トリガ入力コネクタ(リアパネル TRIGGER IN)は TTL レベル、負論理入力です。内部でプルアップしているため、BNC コネクタの外皮(シールド)と芯線を短絡すればトリガされます。外部トリガが有効な状態でも、フロントパネルの TRIG キーは有効です。

○リピートトリガ

フロントパネルの **SNGL/RPT** キーを押すと繰り返し測定を行い、測定結果を更新します。なお、外部制御(GPIB あるいは USB)が有効なとき、あるいは外部トリガに設定されているときはリピートトリガは動作しません。外部制御を無効にするには、プルダウンメニュー **Option-Ext Control** で **Off** を設定します。外部制御の詳細については、「5. リモート制御」をご覧ください。

○オートトリガ

試料が装着されたことを検出して測定する機能です。動作モードがリミットスケールモードあるいは オペレータモード時に設定できます。通常測定モードでは設定できません。

設定方法など詳細は、「4.3 試料が装着されたことを自動検出して測定する」をご覧ください。

トリガされて測定中(信号取り込み中)には、画面右上に菱形のマークが表示されます。測定および表示更新が終了すると、この菱形のマークは消えます。

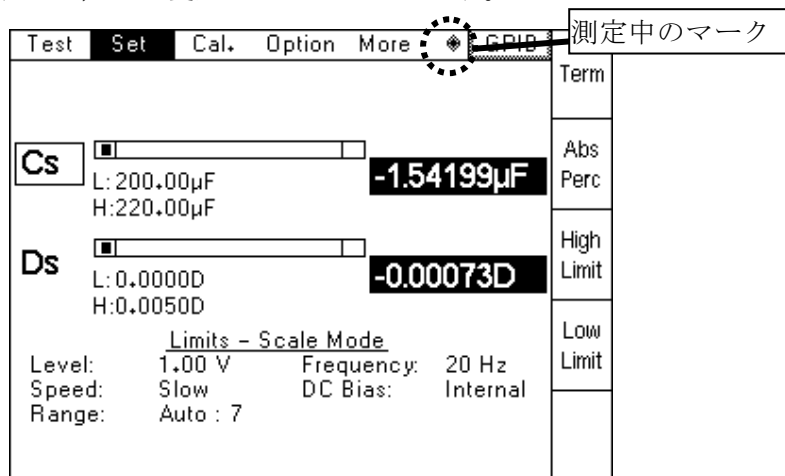


図3-20 測定中のマーク

3.15 測定系誤差を補正する

測定系誤差の補正(トリミング)の目的は、ZM2410と被測定試料を接続するためのテストリードやフィクスチャの浮遊容量や直列インピーダンスの影響を軽減することです。浮遊容量を補正するためにはオープン補正(O/C Trim)を、直列インピーダンスを補正するためにはショート補正(S/C Trim)を行います。

補正のために測定して得た誤差データは、ZM2410内部の不揮発メモリに格納されます。電源を再投入しても自動的に復帰するので、ほとんどの場合は再度誤差補正のための測定を行う必要はありません。ただし、以下の場合には補正をやり直すことをお勧めします。

- ・テストリードやフィクスチャを変更した場合。
- ・非常に高い/低いインピーダンスの試料を高精度で測定したい場合。
- ・スポット周波数で補正したときとは異なる周波数で測定する場合。
- ・補正時に設定した周波数範囲より高い周波数で測定する場合。

3.15.1 オープン補正(O/C Trim)を行う

試料のインピーダンスが大きく、テストリードやフィクスチャの浮遊容量が無視できないときに行います。

テストリード/フィクスチャを開放状態にします。ただし、HPOTとHCUR、LPOTとLCURは各々接続された状態にしてください。付属のケルビンテストクリップで測定する場合、「**図 3-21 オープン補正データ測定時の接続**」のように試料を外します。2つのクリップは、試料測定時となるべく同じ距離になるようにします。(クリップ間の静電容量が試料測定時と同等になるように)。

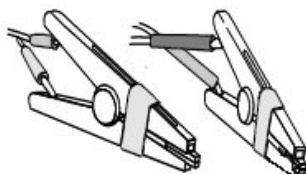


図3-21 オープン補正データ測定時の接続

プルダウンメニューCal. - O/C Trim を選択して ENTER キーを押すと、Open Circuit Trim 画面が表示されます。

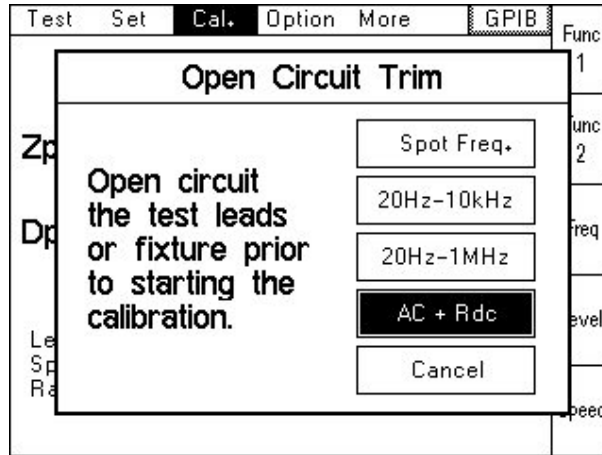


図3-22 オープン補正(O/C Trim)の設定

補正を行う周波数範囲を 4 通りから選択できます。

- Spot Freq.** 現在の測定周波数でのオープン補正データ測定を行います。デュアル測定モードがオンのときは、テスト 1 とテスト 2 両方の周波数での補正データを測定します。
- 20Hz-10kHz** 20Hz～10kHz の間の補正データを測定します。
- 20Hz-1MHz** 20Hz～1MHz の範囲(全周波数範囲)の補正データを測定します。
- AC+Rdc** 20Hz～1MHz と直流(Rdc 用)の補正データを測定します。

ENTER キーを押すと、補正データの測定が始まります。測定中は以下の画面が表示されます。

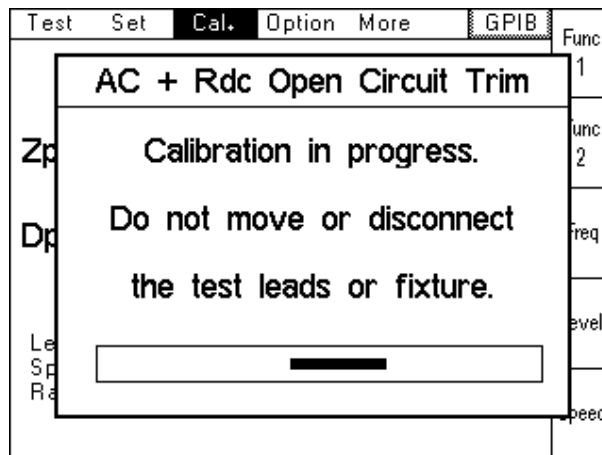


図3-23 オープン補正中の表示

オープン補正データ測定が終了すると、元の測定画面に戻ります。

3.15.2 ショート補正(S/C Trim)を行う

試料のインピーダンスが小さく、テストリードやフィクスチャの直列インピーダンスが無視できないときに行います。

テストリード/フィクスチャを短絡します。HPOT, HCUR, LPOT, LCURを全て接続します。付属のケルビンテストクリップで測定する場合、「図 3-24 ショート補正データ測定時の接続」のようにクリップ先端を短絡します。残留インピーダンス(直列インピーダンス)がなるべく小さくなるように、2つのクリップはなるべく接近させてください。

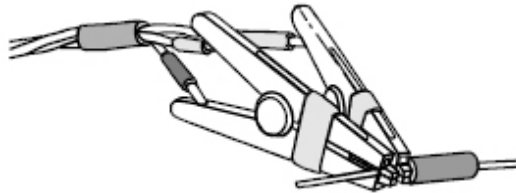


図3-24 ショート補正データ測定時の接続

プルダウンメニューCal.→S/C Trim を選択して ENTER キーを押すと、Short Circuit Trim 画面が表示されます。

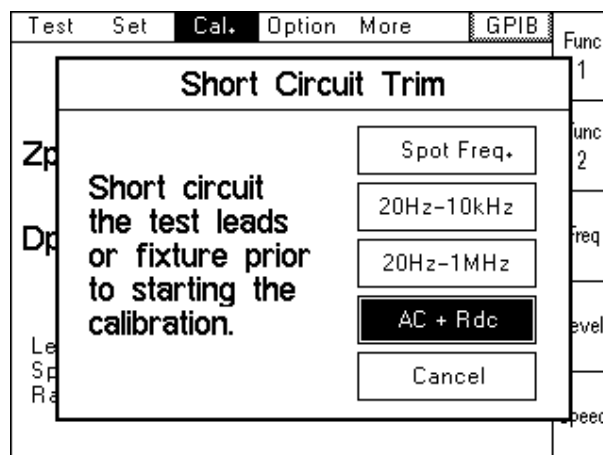


図3-25 ショート補正(S/C Trim)の設定

補正を行う周波数範囲を 4 通りから選択できます。

- Spot Freq.** 現在の測定周波数でのショート補正データ測定を行います。デュアル測定モードがオンのときは、テスト 1 とテスト 2 両方の周波数での補正データを測定します。
- 20Hz-10kHz** 20Hz～10kHz の間の補正データを測定します。
- 20Hz-1MHz** 20Hz～1MHz の範囲(全周波数範囲)の補正データを測定します。
- AC+Rdc** 20Hz～1MHz と直流(Rdc 用)の補正データを測定します。

ENTER キーを押すと、補正データの測定が始まります。測定中は以下の画面が表示されます。

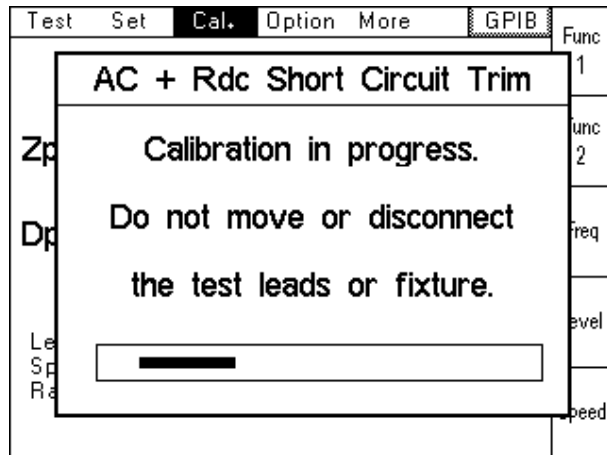


図3-26 ショート補正中の表示

ショート補正データ測定が終了すると、元の測定画面に戻ります。

3.15.3 補正状況を表示する

プルダウンメニューCal. - Trim Status を選択して ENTER キーを押すと、現時点での補正測定状況を示す画面を約 5 秒間表示して自動的に閉じます。

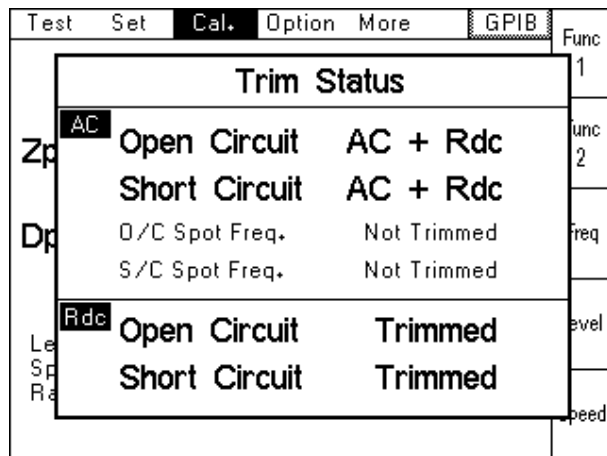


図3-27 補正状況表示の例

表示される内容は、補正データ測定の有無で変わります。

AC

Open Circuit	Not Trimmed / 20Hz - 10kHz / 20Hz - 1MHz / AC + Rdc
Short Circuit	Not Trimmed / 20Hz - 10kHz / 20Hz - 1MHz / AC + Rdc
O/C Spot Freq.	Not Trimmed / (周波数)
S/C Spot Freq.	Not Trimmed / (周波数)

Rdc

Open Circuit	Not Trimmed / Trimmed
Short Circuit	Not Trimmed / Trimmed

デュアル測定がオンのときは、テスト1とテスト2での2つの周波数が Spot Freq.に表示されます。

Test	Set	Cal.	Option	More	GPIB	Func
Trim Status						1
Zp	AC	Open Circuit	Spot Freq.			unc
Dp		Short Circuit	AC + Rdc			2
Zp		O/C Spot Freq.	10.0 kHz	1.00 kHz		freq
Ap		S/C Spot Freq.	Not Trimmed			
Le	Rdc	Open Circuit	Trimmed			level
Sp		Short Circuit	Trimmed			test
Ra						1/2

図3-28 デュアル測定がオンのときの補正状況表示の例

上図は、テスト1周波数が10kHz、テスト2周波数が1kHzに設定されているときの例です。

4. 応用操作例

4.1	2つの周波数で測定する	4-2
4.2	測定結果をバーグラフ表示する	4-4
4.3	試料が装着されたことを自動検出して測定する	4-6
4.4	部品を選別する(合否判定)	4-8
4.4.1	合否判定結果でビープを鳴らす	4-8
4.4.2	合否結果を表示する	4-9
4.5	設定をメモリに保存する / 復帰させる	4-10
4.5.1	設定を保存する	4-10
4.5.2	設定を復帰させる	4-11
4.6	キークリック音を発生させる	4-12
4.7	ファームウェアのバージョンを確認する	4-12

4.1 2つの周波数で測定する

ZM2410には1回のトリガで2組の設定(テスト1, テスト2)を連続して測定する機能があります(デュアル測定)。

テスト1とテスト2では, 以下の設定項目に各々異なる測定条件を設定できます。

測定周波数, 信号レベル(AC, DC), 等価回路, 測定レンジ

以下の設定はテスト1とテスト2で共通です。

DC バイアス関連(オン/オフや内部/外部), 測定速度

プルダウンメニューTest-Test 2を選択してENTERキーを押し, 画面下部で設定します。

Test	Set	Cal.	Option	More	GPIB	Func
						1
Cs	221.548μF					2
Ds	0.02398D					Freq
Measurement Mode						
Level:	1.00 V	Frequency:	120 Hz	Level		
Speed:	Fast	DC Bias:	Internal	Speed		
Range:	Auto : 1					
Test 2: Off Set						

図4-1 デュアル測定の設定

左右カーソルキーでSetを選択してENTERキーを押すと, デュアル測定になります。測定パラメータが最大4つになり, 一番下のソフトキーがSpeedからTest 1/2になります。測定速度(Speed)の設定は, プルダウンメニューSet-Speedで行ってください。

LCDの測定条件表示部は, 1組の測定条件しか表示できません。LCD下部中央のTest: は, 現在表示している測定条件のテスト番号を示しています。ソフトキーTest 1/2を押す度に, 表示する測定条件がテスト1とテスト2に切り替わります。

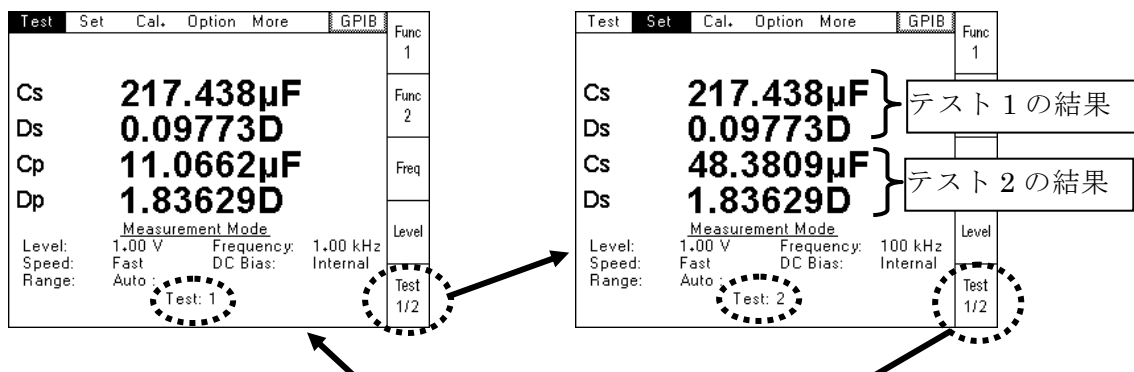


図4-2 デュアル測定の実例

測定結果表示は、上2段がテスト1、下2段がテスト2での測定結果です。上図の例では測定周波数をテスト1で1kHz、テスト2で100kHzに設定しています。同じ試料(この場合は電解コンデンサ)の静電容量およびDを、1回のトリガで1kHzと100kHzで測定し、画面に表示することができます。この例では周波数以外の測定条件は同一でしたが、測定パラメータや信号レベル、等価回路設定をテスト間で異なる設定にすることもできます。

デュアル測定の使い方には、上記で説明したようにテスト1とテスト2を異なる測定条件にして測定する他、同一の測定条件で最大4つの測定パラメータを同時に表示することもできます。下図はテスト1とテスト2で同じ測定条件(1kHz, 1V)で測定し、C,D,Z,A(位相)の4つのパラメータを表示した例です。

Test	Set	Cal.	Option	More	GPIB	Func
						1
Cs	217.413μF					Func
Ds	0.09818D					2
Zs	735.561mΩ					Freq
As	-84.3925$^{\circ}$					Level
<u>Measurement Mode</u>						
Level:	1.00 V	Frequency:	1.00 kHz			
Speed:	Fast	DC Bias:	Internal			
Range:	Auto : 1	Test: 1				
						Test
						1/2

図4-3 4つのパラメータを表示した例

4.2 測定結果をバーグラフ表示する

設定した上下限値のどの位置に測定結果があるかをバーグラフで表示することができます。

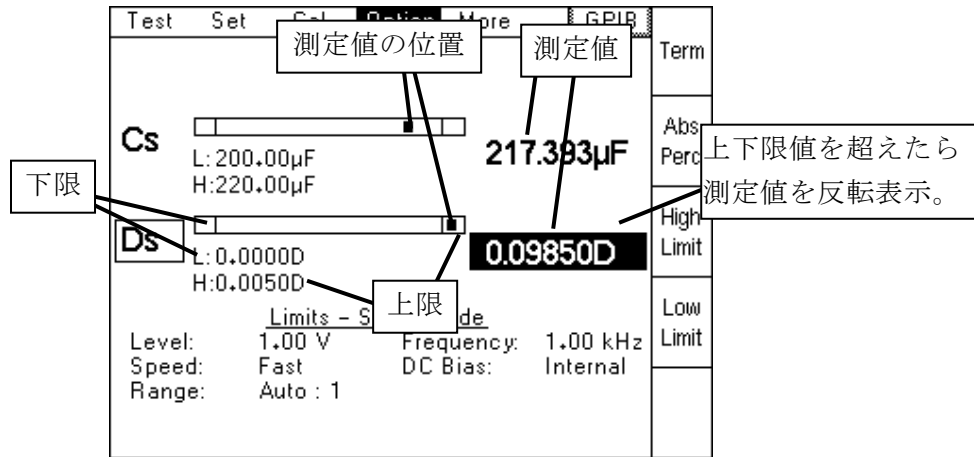


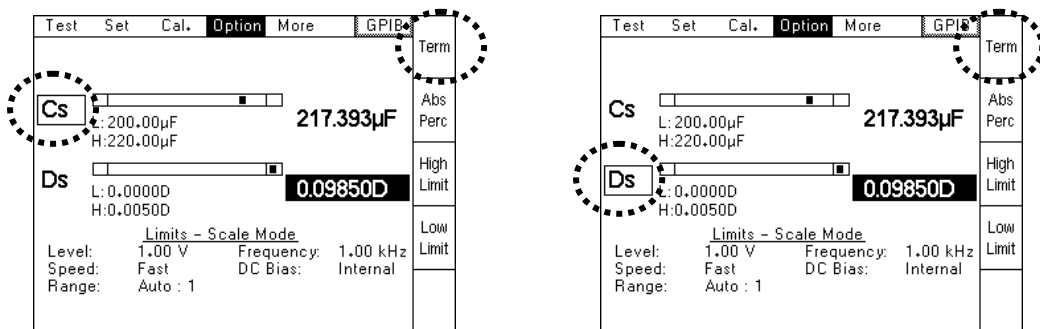
図4-4 バーグラフ表示の例

バーグラフ表示はリミットスケールモードで行えます。また、デュアル測定がオン(テスト2がオン)だとバーグラフ表示は行えません。

(上下限値の設定方法)

■ 上下限値を設定する対象の選択

ソフトキーTermを押す度に、上下限値を設定する対象が測定パラメタ1と測定パラメタ2に切り替わります。□で囲まれている方が、現在上下限値を設定する対象となっている測定パラメタです。



測定パラメタ1の上下限値が設定対象

測定パラメタ2の上下限値が設定対象

図4-5 上下限値を設定する測定パラメタの切り替え

■ 上下限値の設定

上下限値は、**Abs**(上下限値を直接設定)あるいは**Perc**(標準値と上下限%の3つを設定)で行います。ソフトキー**Abs/Perc**を押す度に上下限設定方法が切り替ります。

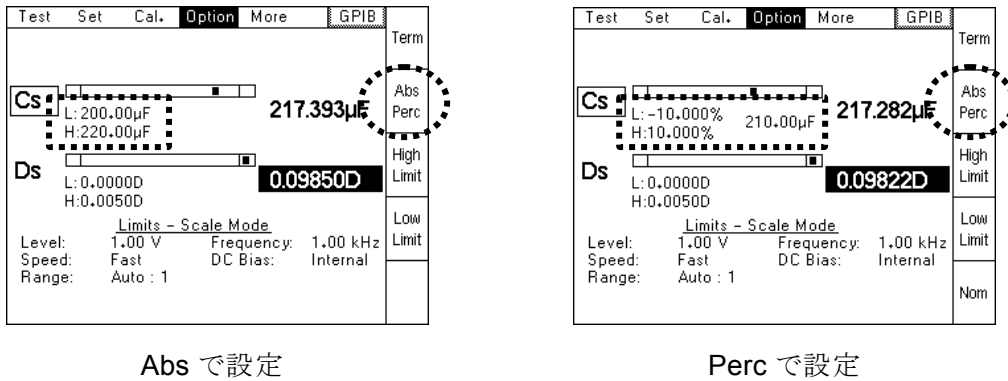


図4-6 上下限値設定方法の切り替え

- ・ **Abs** で設定 : ソフトキー**High Limit** および **Low Limit** を押して上下限値を入力します。数値入力中はソフトキーが補助単位になります。
- ・ **Perc** で設定 : ソフトキー**High Limit**, **Low Limit** に加え、標準値を入力するソフトキー**Norm** キーが表示されます。標準値の入力は、数値キーから直接入力するほか、ソフトキー**Save Res**を押して最新の測定値を標準値にコピーすることもできます。

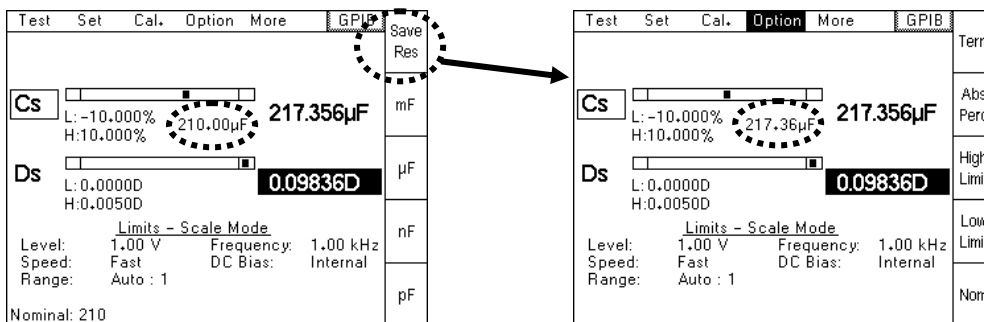


図4-7 最新の測定値を標準値にコピー

4.3 試料が装着されたことを自動検出して測定する

確認のために繰り返し測定を行い、測定値が一定の条件を満たしたこと(閾値を超えたこと)を検出したら改めて測定して結果や合否判定結果を表示する機能です。

動作モードがリミットスケールモードかオペレータモードのときに設定できます。通常測定モードではこの機能は使用できません。

プルダウンメニューOption-Trigger Mode を選択し ENTER キーを押して、画面下部のトリガ選択で Auto を選択します。さらに閾値の設定とトリガディレイの設定を行う必要があります。MENU キー、ソフトキーSettings の順に押して、Settings 画面を表示させます。

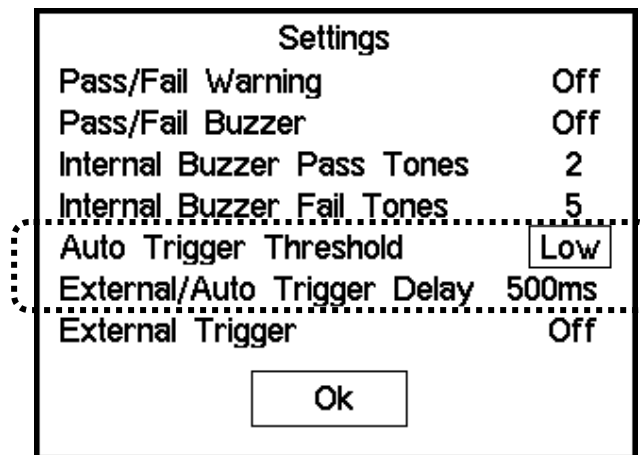


図4-8 オートトリガ関連の設定

■ 閾値の設定

試料装着の有無の閾値を設定します。上下カーソルキーで Auto Trigger Threshold を選択し、左右カーソルキーで Low/Medium/High から選択します。Low になるほど、試料装着と判断するインピーダンスが低くなります(試料装着と判断する基準が厳しくなります)。

■ トリガディレイの設定

試料装着と判断した後、本測定を行うまでの間の時間を設定します。試料をフィクスチャに装着した瞬間の、接触が不安定な期間を避けて測定するための設定です。

上下カーソルキーで External/Auto Trigger Delay を選択して、フロントパネルの数値キーでトリガディレイを ms 単位で入力します(最大 4999ms)。CLEAR キーを押すと、入力されていた数値がクリアされます。

必要なディレイ時間は、実際に試料を測定して結果が安定するのに必要なディレイ時間 + α とします。

設定が終了したら ENTER キーを押し、Main Menu 画面でソフトキー Exit を押して Main Menu を閉じます。

オートトリガモードで動作しているときは、画面右上に A のマークが表示されます。

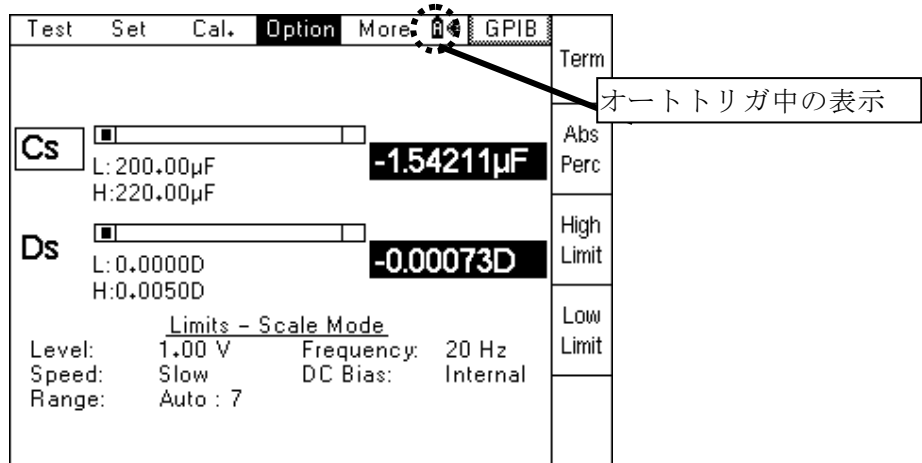
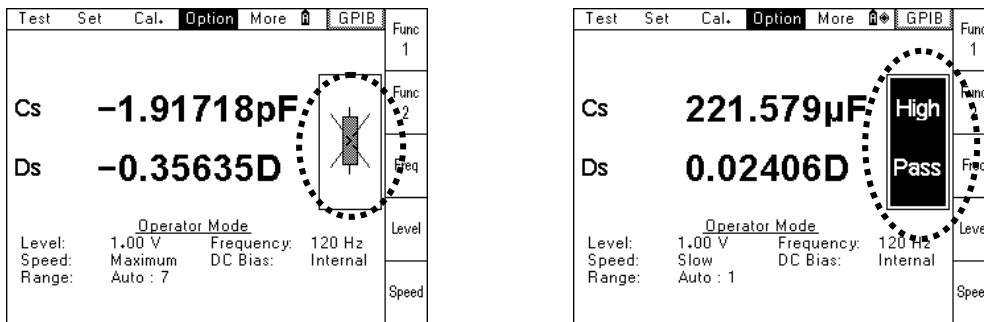


図4-9 オートトリガ中の表示

動作モードがオペレータモードのときは、試料未装着の状態を、よりわかり易く表示します。



試料未装着時

試料装着を検出した時

図4-10 オペレータモード時のオートトリガ中の表示

4.4 部品を選別する(合否判定)

オペレータモードでは上下限值を表示せず、合否結果を強調して表示します。部品選別作業に適した動作モードです。プルダウンメニューOption-Operatorを選択してENTERキーを押すとオペレータモードになります。

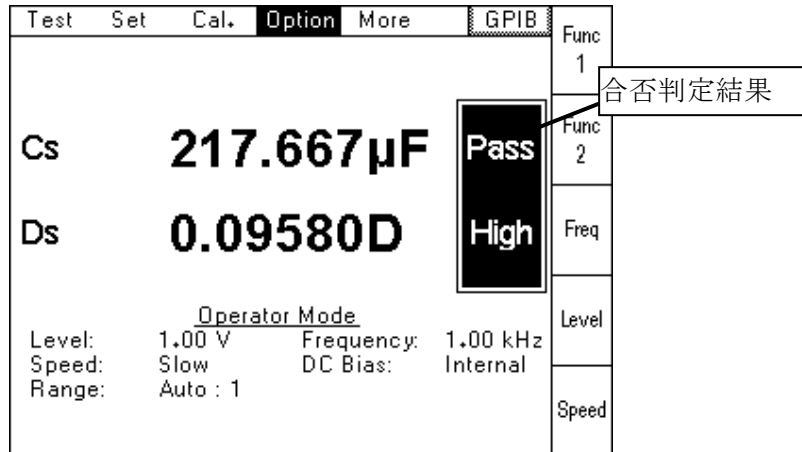


図4-11 オペレータモードの表示例

測定結果の右側に、測定値が上下限範囲内なら"Pass"、上限を超えると"High"、下限を下回ると"Low"が表示されます。1つでも不合格の結果があれば、反転表示します。デュアル測定をオンにすると、最大4つのパラメータで合否判定が行えます。

なお、上下限值の設定はオペレータモードでは行えません。リミットスケールモードで設定してください。4.2章をご参照ください。

4.4.1 合否判定結果でビープを鳴らす

合格時と不合格時のビープ音の回数を、各々0(なし)~5回の範囲で設定できます。

MENUキー、ソフトキーSettingsの順に押してSettings画面にします。

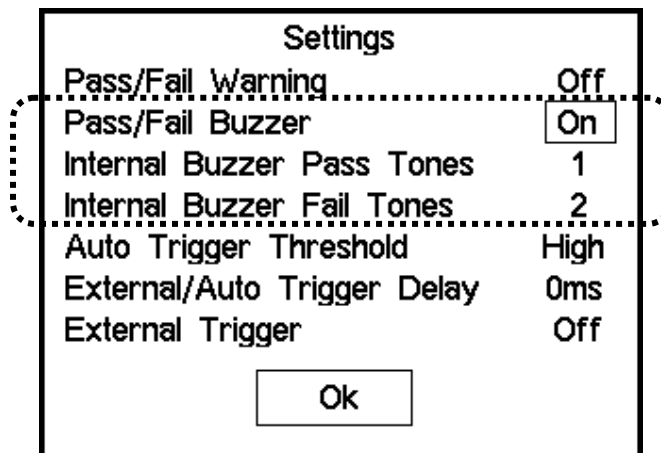


図4-12 合否判定結果でビープ音を出す

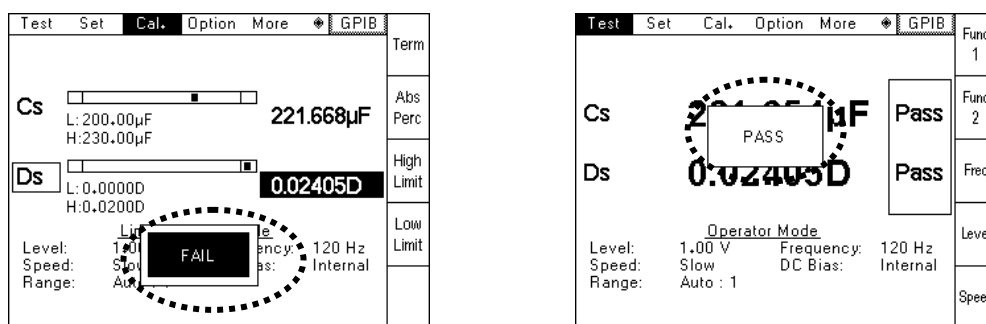
上下カーソルキーで **Pass/Fail Buzzer** を選択し、左右カーソルキーで **On** にします。

合格時のビープ音の回数は、上下カーソルキーで **Internal Buzzer Pass Tones** を選択し、左右カーソルキーで 0(発音なし)~5 の範囲で設定します。同様に、不合格時のビープ音回数は、**Internal Buzzer Fail Tones** で設定します。

Internal Buzzer (Pass/Fail) Tones で 0 以外の数値を設定しても、**Pass/Fail Buzzer** が **Off** になっているとビープ音は発生しません。

4.4.2 合否結果を表示する

測定終了後、短時間合否判定結果(Pass あるいは Fail)を画面中央に表示する機能です。リミットスケールモードとオペレータモードで設定可能です。



リミットスケールモード

オペレータモード

図4-13 合否結果を表示する

MENU キー、ソフトキー **Settings** の順に押し、**Settings** 画面の一番上にある **Pass/Fail Warnig** を上下カーソルキーで選択し、左右カーソルキーで **On** にします。

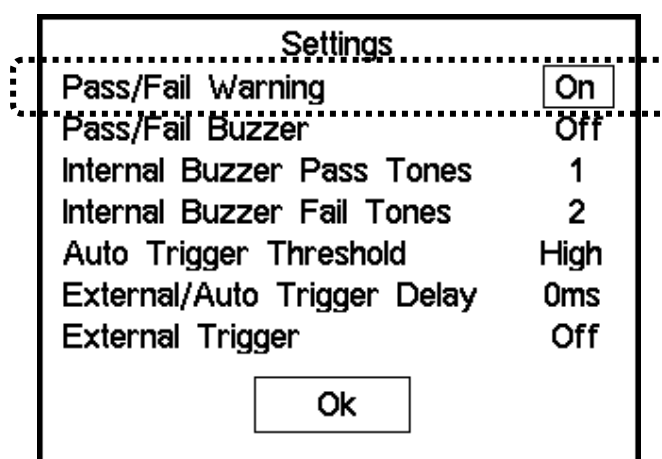


図4-14 合否結果表示の設定

デュアル測定をオンにすると、最大 4 つの測定パラメタに対する合否結果を表示することができます。

4.5 設定をメモリに保存する / 復帰させる

測定条件など設定一式を本体内部のメモリに保存して復帰(読み出し)することができます。このメモリは不揮発性なので、電源をオフしても保存されます。20組のメモリが用意されており、測定目的に応じた設定を保存しておくことができます。

4.5.1 設定を保存する

プルダウンメニューMore→Save を選択、ENTER キーを押すと設定保存を行う画面になります。

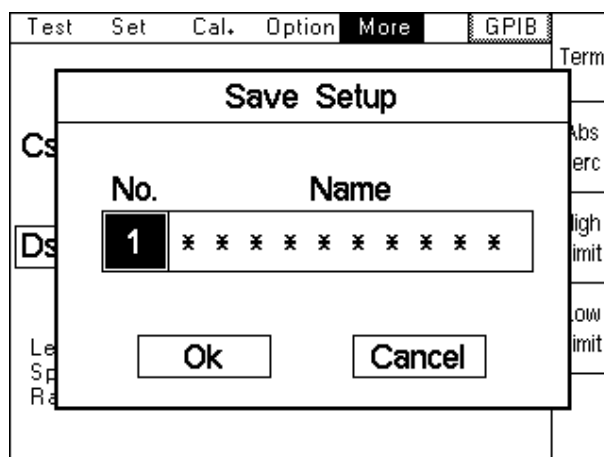


図4-15 設定を保存する

以下の手順で操作します。

- 1) **Ok** あるいは **Cancel** が選択状態のときは、上カーソルキーを押してメモリ番号(**No.**)を選択状態にします。
- 2) 保存するメモリ番号は、上下カーソルキーを使って 1~20 の間で任意に変更できます。保存したいメモリ番号になったら、右カーソルキーを押してください。タイトル部(**Name**)の先頭文字にアンダーラインカーソルが表示されます。
- 3) タイトル(**Name**)を編集します。上下カーソルキーでアンダーラインカーソル位置の文字が 0~9,A~Z,. に変化します。左右カーソルキーで編集する場所が移動します。**CLEAR** キーを押すと、最後の 1 文字を削除します。
- 4) タイトル文字列が決定したら、**ENTER** キーを押し、左右カーソルキーで **Ok** を選択状態にし、さらに **ENTER** キーを押します。
- 5) 保存確認のメッセージが表示されます。左右カーソルキーで **Ok** を選択して **ENTER** キーを押します。

以上の操作で設定が保存されます。

4.5.2 設定を復帰させる

プルダウンメニュー **More**—**Recall** を選択して **ENTER** キーを押します。設定復帰の画面が表示されるので、復帰させるメモリ番号を選択します。

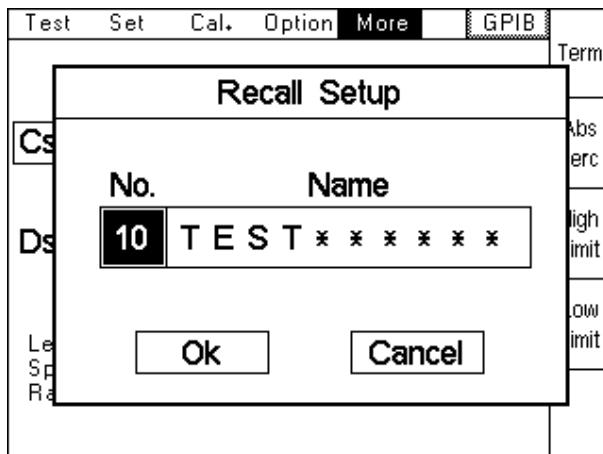


図4-16 設定を復帰させる

以下の手順で操作します。

- 1) **Ok** あるいは **Cancel** が選択状態のときは、上カーソルキーを押してメモリ番号(**No.**)を選択状態にします。
- 2) 呼び出すメモリ番号は上下カーソルキーを使って選択します。以前に保存したことのあるメモリ番号だけが表示されます。
- 3) **ENTER** キー、左カーソルキーの順に押して **Ok** を選択状態にし、さらに **ENTER** キーを押します。

以上で保存していた設定状態が復帰します。

4.6 キークリック音を発生させる

キーを押したときに、内蔵のスピーカから電子音を発生させることができます。プルダウンメニューOption-Buzzerを選択してENTERキーを押します。この操作を行う度にキークリック音の発生/停止が切り替わります。

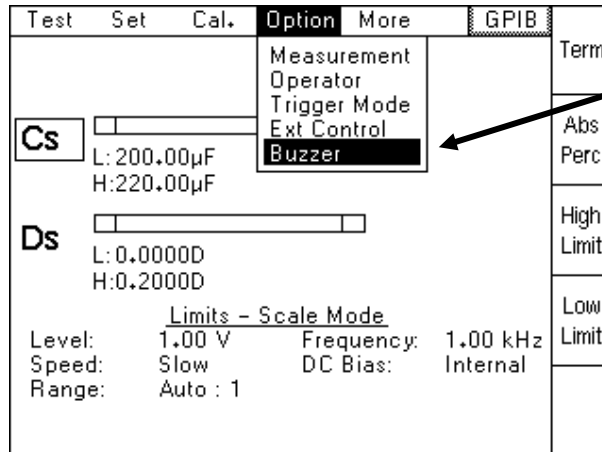


図4-17 キークリックの設定を行う

4.7 ファームウェアのバージョンを確認する

MENUキー、ソフトキーStatusの順で押すと表示されます。

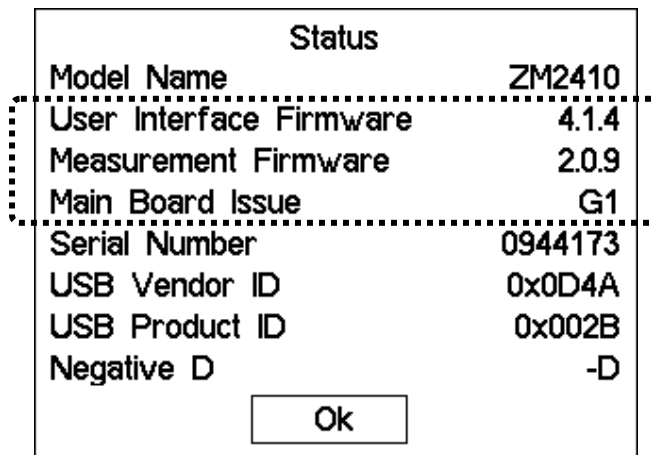


図4-18 ファームウェアバージョンの確認

User Interface Firmware は表示や操作関係の、Measurement Firmware は測定処理関係のファームウェアのバージョンです。Main Board Issue は ZM2410 内部のメインボードの版番です。修理などをご依頼されるとき、これらのバージョン情報が必要になる場合があります。

5. リモート制御

5.1	使用前の準備	5-2
5.1.1	リモート制御インターフェースの選択	5-2
5.1.2	GPIB の概要	5-2
5.1.3	USB の概要	5-5
5.1.4	通信についての注意事項	5-6
5.2	リモート/ローカル状態の切り替え	5-7
5.3	インターフェース・メッセージへの応答	5-8
5.4	コマンド一覧	5-9
5.5	コマンド解説	5-10
5.5.1	言語の概要	5-10
5.5.2	コマンド詳細説明	5-11
5.5.3	コマンド個別説明	5-12

5.1 使用前の準備

ZM2410 は GPIB, USB でリモート制御ができます。

コントローラからプログラムメッセージを送ることで、パネル操作と同様な制御をしたり、測定値や設定状態を応答メッセージとして受け取ることができます。

各インタフェースのコネクタは、ZM2410 の背面パネルにあります。

5.1.1 リモート制御インターフェースの選択

ZM2410 は、リモート制御のインターフェースとして GPIB, USB のどちらかを選んで使います。両方のインターフェースを同時に使うことはできません。

リモート制御インターフェースの選択は、プルダウンメニュー **Option—Ext Control** で行います。左右カーソルキーで使用するインターフェースを選択し、**Enter** キーを押します。

External Control: Off **GPIB** USB

リモート制御を行わないときは、"Off"を選択します。

5.1.2 GPIB の概要

GPIB は環境のよいところで使用することを想定したインターフェースです。雑音の多い場所での使用は避けてください。

5.1.2.1 コントローラの準備

制御用のコンピュータに、市販の GPIB カードやコントローラボードを装着して、GPIB ケーブルで接続してください。GPIB のドライバソフトウェアについては、お使いになる GPIB カードやコントローラボードのマニュアルをご覧ください。

5.1.2.2 ZM2410 の準備

GPIB では、システム内の機器を機器固有のアドレスで識別します。各機器に異なる GPIB アドレスを設定してください。ZM2410 の GPIB アドレスは、以下の手順で設定します。

■ GPIB アドレスの設定

Menu キーを押して MainMenu 画面でソフトキー External Control を押すと、GPIB アドレス設定画面になります。

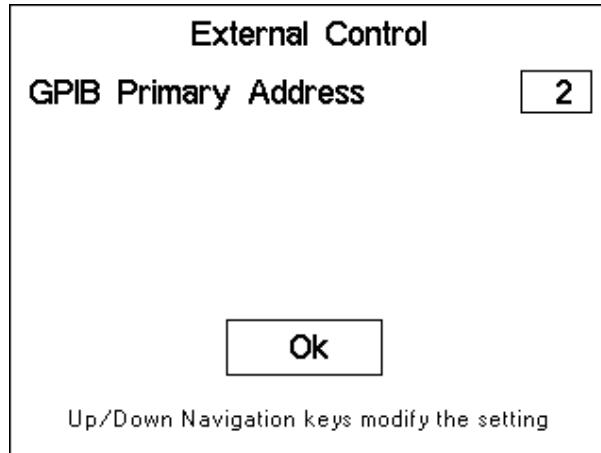


図5-1 GPIB アドレスの設定

左右カーソルキーで他の GPIB 機器と異なるアドレスを設定して、Enter キーを押します。MainMenu 画面に戻りますので、ソフトキー Exit を押して MainMenu 画面を終了します。

■ メッセージ・ターミネータ

一組のコマンドや応答の最後には、その終端を示すターミネータが必要です。

ZM2410 が送信する応答メッセージ・ターミネータは、LF^EOI に固定されています。

ZM2410 が受信するプログラム・メッセージ・ターミネータは、次のどれでも使えます。

- ・ LF Line Feed コード
- ・ LF^EOI EOI (END メッセージ) を伴った LF
- ・ (最後のコード)^EOI 最後のコードに付加された EOI (END メッセージ)

5.1.2.3 GPIB 使用上の注意

- ・ GPIB コネクタは、バスに接続したすべての機器の電源を切った状態で着脱してください。
- ・ GPIB を使用するときには、バスに接続したすべての機器の電源を入れてください。
- ・ GPIB でひとつのバスに接続できる機器は、コントローラを含めて 15 台までです。
また、ケーブルの長さに次の制限があります。
 - － ケーブル長の合計 \leq (2m×機器の数 と 20m のうち短い方)
 - － 1 本のケーブルの長さ \leq 4m
- ・ GPIB のアドレスは、各機器ごとに異なる値を設定してください。ひとつのバス上に同じアドレスを持つ機器があると、出力の衝突により機器を損傷することがあります。
- ・ 通信の確実性を確保するため、コントローラ側ソースハンドシェイクの T1 デイレイ(DIO_n アサートから DAV アサートまでの遅延)は 2 μ s 以上確保してください。

5.1.2.4 GPIB の基本仕様

■ GPIB インタフェース機能

- SH1 送信ハンドシェーク全機能あり
- AH1 受信ハンドシェーク全機能あり
- T8 基本トーカ, リスナ指定によるトーカ解除の機能あり
シリアルポール, トーク・オンリ機能なし
- TE0 拡張トーカ機能なし
- L4 基本リスナ機能, トーカ指定によるリスナ解除機能あり
リスンオンリ機能なし
- LE0 拡張リスナ機能なし
- SR0 サービス・リクエスト機能なし
- DC0 デバイス・クリア機能なし
- RL2 リモート・ローカル機能あり, LLO 機能なし。
- PP0 パラレル・ポール機能なし
- DT0 デバイス・トリガ機能なし
- C0 コントローラ機能なし

5.1.3 USB の概要

5.1.3.1 コントローラの準備

USB ポートが装備されているパーソナルコンピュータなどを用意してください。

制御するコンピュータに USBTMC ドライバをインストールしてください。通常このドライバはサブクラス USB488 をサポートしていて、USB 上で GPIB とほぼ同じ制御を行うことができます。

USBTMC : Universal Serial Bus Test and Measurement Class

このドライバは VISA ライブラリを提供する各社のハードウェア製品、ソフトウェア製品に含まれています。VISA ライブラリのライセンスをお持ちでない方は、別途入手する必要があります。

VISA : Virtual Instrument Software Architecture

VISA ライブラリを提供する企業の例（順不同）

National Instruments Corporation

Agilent Technologies, Inc.

Tektronix, Inc.

VISA ドライバを使うと、GPIB、USB のどちらのインタフェースでも統一した操作ができるので便利です。

5.1.3.2 ZM2410 の準備

プルダウンメニュー Option—Ext Control で USB を選択します。それ以外に ZM2410 で行う設定はありません。

External Control: Off GPIB **USB**

5.1.3.3 USB 機器の識別

市販の USB ケーブルを用いてコンピュータ本体の USB コネクタと接続します。USB ハブを経由すると動作しないことがあります。

ZM2410 の USB コネクタは、A タイプのコネクタです。PC 等ホスト側と同じ形状のコネクタなので、PC と接続するときには両端が A タイププラグのケーブルをご使用ください。

USBTMC クラスドライバがインストールされたコンピュータに ZM2410 を USB で接続すると、ZM2410 が自動的に認識されます。

システム内の USBTMC 機器は、Vendor ID, Product ID, Serial Number で識別されます。自動で認識されないなどのために、手動で機器を指定するときは、ZM2410 の MENU キー、ソフトキー Status の順に押して表示される値を用いてください。

Status	
Model Name	ZM2410
User Interface Firmware	4.1.4
Measurement Firmware	2.0.9
Main Board Issue	G1
Serial Number	0944173
USB Vendor ID	0x0D4A
USB Product ID	0x002B
Negative D	-D

図5-2 USB の関連 ID の表示

Serial Number	機器に固有な 7 桁の製造番号です。
USB Vendor ID	(株)エヌエフ回路設計ブロックの ID です。
USB Product ID	ZM2410 を示す製品 ID です。

5.1.4 通信についての注意事項

■ プログラム・メッセージ・ターミネータ

コントローラからコマンドを送出するとき、プログラム・メッセージ・ターミネータとして LF (Line Feed, 0A hex) を送文字列の最後に付加してください。また、最後のバイトに EOI (END メッセージ) を付加してください。LF や EOI を付加しないでコマンドを送ると、機器によっては正しく動作しないことがあります。

制御用コンピュータで使用するドライバソフトウェアによっては、コマンド本体とは別にプログラム・メッセージ・ターミネータを指定しないと、プログラム・メッセージ・ターミネータが出力されないことがあります。ラインフィード (LF) ではなくニューライン (NL) と表記されることがありますが、バイナリコードは同じです。

5.2 リモート/ローカル状態の切り替え

リモート制御に関連して、ZM2410にはリモート状態とローカル状態があります。

ローカル状態では、すべてのパネル操作が可能です。

リモート状態では、ローカルに戻す操作を除いてパネルの操作が無効になります。

■ リモート状態にする

通常、USB や GPIB から操作するとリモート状態になります。REN メッセージを真にして機器をリスナに指定すると、その機器はリモート状態になります。

■ ローカル状態にする

正面パネルの **Local** キーを押すと、リモート状態からローカル状態に戻すことができます。

コントローラから REN ラインを偽に戻すことでローカルにできます。GPIB のケーブルを外すと、REN ラインが偽になるため、ローカル状態に戻ります。USB でも同様にケーブルを抜くとローカルに戻ります。

■ リモート表示

リモート状態では、LCD 下部中央に、REMOTE 状態を表示します。

Test	Set	Cal.	Option	More	GPIB	Func 1
Cs	221.862μF				Func 2	
Ds	0.02369D				Freq	
Measurement Mode Level: 1.00 V Frequency: 120 Hz Speed: Fast DC Bias: Internal Range: Auto : 1					Level	
<div style="border: 1px dashed black; border-radius: 10px; padding: 2px; display: inline-block;">GPIB REMOTE</div>					Speed	

GPIB で使用時

Test	Set	Cal.	Option	More	USB	Func 1
Cs	221.862μF				Func 2	
Ds	0.02369D				Freq	
Measurement Mode Level: 1.00 V Frequency: 120 Hz Speed: Fast DC Bias: Internal Range: Auto : 1					Level	
<div style="border: 1px dashed black; border-radius: 10px; padding: 2px; display: inline-block;">USB REMOTE</div>					Speed	

USB で使用時

図5-3 リモート状態の表示

5.3 インターフェース・メッセージへの応答

主なインタフェース・メッセージへの応答を以下に示します。

表5-1 インタフェース・メッセージに対する応答

メッセージ	機能
IFC	< InterFace Clear > GPIB インタフェースを初期化します。 指定されているリスナ，トーカーを解除します。
DCL,SDC	< Device CLear >, < Selected Device Clear > 入力バッファをクリアし，コマンドの解釈・実行を中止します。 出力バッファをクリアします。

コントローラからインタフェース・メッセージを送る方法は，デバイス・ドライバによって異なります。詳しくは各ドライバのマニュアルをご覧ください。

5.4 コマンド一覧

ZM2410 が提供するコマンドを表 5-2 に示します。

表 5-2 で使用している記号の意味は以下の通りです。なおキーワードの小文字部分は省略可能であることを示しています。

- ・ 角かっこ([])は、省略可能なキーワードを示します。(暗示キーワード)
- ・ 縦棒(|)は、複数のキーワードからひとつを選択することを示します。

表5-2 コマンド一覧

コマンド	機能 / 操作対象
*IDN?	デバイス識別情報の問合せ
:CAL:OC-TRIM	オープン補正実行
:CAL:SC-TRIM	ショート補正実行
:CAL:RESult?	補正結果の問合せ
:MEAS:BIAS	DC バイアス源, On/Off 設定
:MEAS:BIAS-STAT?	DC バイアス設定問合せ
:MEAS:EQU-CCT	等価回路の設定, 問合せ
:MEAS:FREQuency	測定周波数の設定, 問合せ
:MEAS:FUNC1	測定パラメタ 1 の設定, 問合せ
:MEAS:FUNC2	測定パラメタ 2 の設定, 問合せ
:MEAS:HI-LIMit1	測定パラメタ 1 の上限値の設定, 問合せ
:MEAS:HI-LIMit2	測定パラメタ 2 の上限値の設定, 問合せ
:MEAS:LEVel	測定信号レベルの設定, 問合せ
:MEAS:LIMit1	測定パラメタ 1 の上下限設定方法の設定, 問合せ
:MEAS:LIMit2	測定パラメタ 2 の上下限設定方法の設定, 問合せ
:MEAS:LO-LIMit1	測定パラメタ 1 の下限値の設定, 問合せ
:MEAS:LO-LIMit2	測定パラメタ 2 の下限値の設定, 問合せ
:MEAS:NOMinal1	測定パラメタ 1 標準値の設定, 問合せ
:MEAS:NOMinal2	測定パラメタ 2 標準値の設定, 問合せ
:MEAS:NUMber-OF-TESTS	デュアル測定の設定, 問合せ
:MEAS:OPER	オペレータモードに設定
:MEAS:RANGE	測定レンジの設定, 問合せ
:MEAS:SCALE	リミットスケールモードに設定
:MEAS:SPEED	測定速度の設定, 問合せ
:MEAS:TEST	設定を行うテスト番号の設定, 問合せ
:MEAS:TRIGger	トリガ(測定開始), 結果読出し
:DISP?	表示状態の問合せ
:DISP-OFF	測定結果, 判定結果を表示しない
:DISP-ON	測定結果, 判定結果を表示する
:DUMP-BMP	画面ビットマップを取得する
:MODE?	動作モード・トリガモード問合せ
:TRIGger	トリガ(測定開始), 結果読出し

補足：問い合わせを行うコマンドはクエリと呼ばれ疑問符で終わりますが、この表では設定と問い合わせの両方が可能な機能については、クエリを省略しています。

5.5 コマンド解説

5.5.1 言語の概要

言語の概要を紹介します。

5.5.1.1 サブシステム・コマンド

コマンドは、機能によって幾つかのグループに分けられています。サブシステム・コマンドは階層化されていて、コロン(:)がパス・セパレータとして定義されています。

5.5.1.2 パス・セパレータ

パス・セパレータ(:)は、現在のキーワードと次の下位レベルのキーワードとの間を区切ります。コマンド文字列の途中でコロン(:)を検出するたびにカレント・パスが1レベル下に移動します。

コマンド文字列の先頭にコロン(:)が使用された場合は「カレント・パスをルートに設定する」ことを意味します。電源の投入、*RST コマンド、メッセージ・ターミネータでもルートに設定されます。プログラム・メッセージの先頭は常にルートになります。なお、コマンド文字列先頭のコロン(:)は任意に省略できます。

```

:MEAS:TEST 1
  ↑   ↑   ↑   ↑
  ①  ②  ③  ④

```

- ①カレント・パスをルートに設定（省略可能）
- ②MEASurement サブシステムのコマンド（MEASurement はルート・コマンド）
- ③MEASurement サブシステムに属する TEST コマンド
- ④ヘッダとパラメタの間には、スペースが必要です

セミコロン(;)で区切ることで、複数のコマンド文字列をひとつのプログラム・メッセージにまとめることができます。

```

→ :MEAS:FREQ 1k ; :MEAS:LEV 1.0
   コマンド1      コマンド2

```

上は、下の二つのプログラム・メッセージと等価なひとつのプログラム・メッセージ。

```

{ :MEAS:FREQ 1k 実行後のカレント・パスは :MEAS:
  :MEAS:LEV 1.0 実行後のカレント・パスは :MEAS:
  2番目以降のコマンド文字列で先頭のコロン(:)を省略すると、カレント・パスを変更せずに同じレベルのサブシステム・コマンドにアクセスできます。
→ :MEAS:FREQ 1k ; LEV 1.0      2番目は:MEAS:を省略可能
    ↑

```

なお、いずれも最後のプログラム・メッセージ・ターミネータを省略して示しています。

5.5.1.3 キーワードの簡略化

この取扱説明書では、コマンドやパラメタを示すキーワードを英字の大文字と小文字の組み合わせで表記しています。大文字はショートフォーム（省略形）を示しています。小文字の部分すべてを省略しても、小文字の部分すべてを含むロングフォームと同じ機能を持ちます。ただし、小文字部分の一部だけを省略することはできません。

大文字と小文字の区別は、省略形を示すための便宜的な手段であり、実際の機器では大文字と小文字は区別されません。自由に混ぜて使えます。

例) コマンド表記 :MEAS:FREQuency?

- :meas:frequency? ○ ロングフォーム, すべて小文字
- :Meas:Freq? ○ ショートフォーム, 大文字と小文字の混在
- :MEAS:FREQU? × 中間の省略形
- :MEAS:FRE? × 省略し過ぎ

5.5.2 コマンド詳細説明

「表 5-2 コマンド一覧」に示したコマンドについて、機能とコマンド構文を説明します。

【記号の意味】

- ・角かっこ([])は、省略可能なキーワードを示します。(暗示キーワード)
- ・中かっこ({})は、コマンド文字列のパラメタを囲んでいます。
- ・縦棒(|)は、複数のキーワードの選択肢を分けています。
- ・三角かっこ(< >)は、数値や文字列などのパラメタを指定する必要があることを示しています。

これらの記号は説明用にだけ用いられています。実際のコマンドでは使いません。

【パラメタの形式】

シンボル	形式	例
NR1	整数 (数値)	123
NR2	指数部を持たない小数点形式 (数値)	0.072
NR3	指数部を持つ小数点形式 (数値)	4.99E+06
CRD	文字列	ALL
SRD	二重引用符で囲まれた文字列	"No error"
bool	論理値	ON, OFF, 1, 0

- ・個別に規定がある場合を除いて、数値はどの形式でも受け付けられ、規定の分解能を超えると、近い値に丸められます。
- ・個別に規定がある場合を除いて、数値は最小値以下なら最小値に、最大値以上なら最大値に設定されます。
- ・応答が数値で、範囲、分解能、単位が省略されているとき、それらは設定と同じです。個別に規定がある場合を除いて、NR3形式の応答の仮数部は6桁です。

- ・フォーマット指定に依存してパラメタの種類が変化するコマンドでは、以下に記載された範囲の数値を与えても、パネル操作と同じ範囲や分解能に丸めて設定されます。実際に設定される値の範囲については、パネル操作の説明を参照してください。
- ・引用符で囲まれた文字列は、単一引用符、二重引用符どちらでも受け付けられます。

【備考】

- ・ここではコマンドとクエリの両方まとめてコマンドと呼んでいます。キーワードの最後に"?"がついているものがクエリです。
- ・各コマンドに対する応答メッセージにヘッダは付きません。

5.5.3 コマンド個別説明

***IDN?**

説明	型名などを問合せます。
応答	{<メーカー名>, <型名>, <製造番号>, <ユーザインターフェースファームウェアバージョン>}
	形式 CRD
問合せ例	*IDN?
応答例	NF CORPORATION, ZM2410, 0123456, 1.0.0

:CAL:OC-TRIM {1|2|3|4}

説明	オープン補正測定(O/C-TRIM)を行います。補正データを得る周波数を指定できます。
パラメタ	1 現在設定されている周波数のみで測定 2 20Hz～10kHz の範囲で測定 3 20Hz～1MHz の全周波数範囲で測定 4 20Hz～1MHz および 直流(Rdc 用)で測定
設定例	:CAL:OC-TRIM 4 全周波数範囲および直流(Rdc 用)でオープン補正用データを測定します。

:CAL:SC-TRIM {1|2|3|4}

説明	ショート補正測定(S/C-TRIM)を行います。補正データを得る周波数を指定できます。
パラメタ	1 現在設定されている周波数のみで測定 2 20Hz～10kHz の範囲で測定 3 20Hz～1MHz の全周波数範囲で測定 4 20Hz～1MHz および 直流(Rdc 用)で測定
設定例	:CAL:SC-TRIM 4 全周波数範囲および直流(Rdc 用)でショート補正用データを測定します。

:CAL:RESult?

説明	最後に行ったオープンあるいはショート補正測定結果の問合せをします。		
応答	1	合格	
	0	エラー	
問合せ例	:CAL:RES?		
応答例	1 最後に行った補正測定は正常終了しています。		

:MEAS:BIAS {VINT|VEXT|ON|OFF}

説明	DC バイアスの設定を行います。		
パラメタ	VINT	DC バイアス源を内部に設定	
	VEXT	DC バイアス源を外部に設定	
	ON	DC バイアスオン	
	OFF	DC バイアスオフ	
設定例	:MEAS:BIAS ON DC バイアスをオンします。		
備考	デュアル測定でのテスト 1 とテスト 2 の DC バイアス設定は共通です。		

:MEAS:BIAS-STAT?

説明	DC バイアス設定状況を問合わせます。		
応答	{0 1},{0 1}		
	第 1 パラメタ	0	DC バイアスオフ
		1	DC バイアスオン
	第 2 パラメタ	0	DC バイアス源は内部
		1	DC バイアス源は外部
問合せ例	:MEAS:BIAS-STAT?		
応答例	1,0 内部 DC バイアスがオン状態		

:MEAS:EQU-CCT {SER|PAR}**:MEAS:EQU-CCT?**

説明	設定対象テストの等価回路の設定/問合せをします。	
パラメタ	SER	直列等価回路に設定
	PAR	並列等価回路に設定
設定例	:MEAS:EQU-CCT SER 設定対象テストの等価回路を直列等価回路に設定します。	
応答	0	並列等価回路
	1	直列等価回路
問合せ例	:MEAS:EQU-CCT?	
応答例	1	設定対象テストの等価回路は直列等価回路です。

:MEAS:FREQuency <周波数>**:MEAS:FREQuency?**

説明	設定対象テストの測定周波数の設定/問合せをします。	
パラメタ	<周波数> {数値, 範囲 20 ~ 1.0E6, 単位 Hz}	
設定例	:MEAS:FREQ 1000 設定対象テストの測定周波数を 1kHz に設定します。	
応答	<周波数> {数値, 形式 NR3}	
問合せ例	:MEAS:FREQ?	
応答例	+1.000000E+03	設定対象テストの測定周波数は 1kHz です。

:MEAS:FUNC1 {C|L|X|B|Z|Y|Q|D|R|G|A|RDC}

:MEAS:FUNC1?

説明 設定対象テストで測定する測定パラメタ 1 の設定/問合せをします。

パラメタ	C	キャパシタンス (単位: F)
	L	インダクタンス (単位: H)
	X	リアクタンス (単位: Ω)
	B	サセプタンス (単位: S)
	Z	インピーダンス Z (単位: Ω)
	Y	アドミタンス Y (単位: S)
	Q	品質係数 (無単位)
	D	損失率 (無単位)
	R	レジスタンス (単位: Ω)
	G	コンダクタンス G (単位: S)
	A	位相角 (単位: deg)
	RDC	直流抵抗 Rdc (単位: Ω)

設定例 **:MEAS:FUNC1 C**

設定対象テストの測定パラメタ 1 をキャパシタンスに設定します。

応答	0	キャパシタンス C
	1	インダクタンス L
	2	リアクタンス X
	3	サセプタンス B
	4	インピーダンス Z
	5	アドミタンス Y
	6	品質係数 Q
	7	損失率 D
	8	レジスタンス R
	9	コンダクタンス G
	10	位相角 A
	11	直流抵抗 Rdc

問合せ例 **:MEAS:FUNC1?**

応答例 0
設定対象テストの測定パラメタ 1 はキャパシタンスです。

:MEAS:FUNC2 {C|L|X|B|Z|Y|Q|D|R|G|A|OFF}

:MEAS:FUNC2?

説明 設定対象テストで測定する測定パラメタ 2 の設定/問合せをします。

パラメタ	C	キャパシタンス (単位: F)
	L	インダクタンス (単位: H)
	X	リアクタンス (単位: Ω)
	B	サセプタンス (単位: S)
	Z	インピーダンス Z (単位: Ω)
	Y	アドミタンス Y (単位: S)
	Q	品質係数 (無単位)
	D	損失率 (無単位)
	R	レジスタンス (単位: Ω)
	G	コンダクタンス G (単位: S)
	A	位相角 (単位: deg)
	OFF	第 2 パラメタ表示オフ

設定例 **:MEAS:FUNC2 D**

設定対象テストの測定パラメタ 2 を損失率に設定します。

応答	0	キャパシタンス C
	1	インダクタンス L
	2	リアクタンス X
	3	サセプタンス B
	4	インピーダンス Z
	5	アドミタンス Y
	6	品質係数 Q
	7	損失率 D
	8	レジスタンス R
	9	コンダクタンス G
	10	位相角 A
	11	第 2 パラメタ表示オフ

問合せ例 **:MEAS:FUNC2?**

応答例 7

設定対象テストの測定パラメタ 2 は損失率 D です。

:MEAS:HI-LIMit1 <上限値>**:MEAS:HI-LIMit1?**

説明 設定対象テストの測定パラメタ 1 の上限値の設定/問合せをします。リミットスケールモードで有効です。

パラメタ <上限値> {数値, 範囲は測定パラメタ 1 設定に依存します }

設定例 :MEAS:HI-LIM1 1200

測定パラメタ 1 の上限値を 1200 に設定します。

応答 <上限値> {数値, 形式 NR3}

問合せ例 :MEAS:HI-LIM1?

応答例 +1.200000E+03

測定パラメタ 1 の上限値は 1200 です。

:MEAS:HI-LIMit2 <上限値>**:MEAS:HI-LIMit2?**

説明 設定対象テストの測定パラメタ 2 の上限値の設定/問合せをします。リミットスケールモードで有効です。

パラメタ <上限値> {数値, 範囲は測定パラメタ 2 設定に依存します }

設定例 :MEAS:HI-LIM1 1.1

測定パラメタ 2 の上限値を 1.1 に設定します。

応答 <上限値> {数値, 形式 NR3}

問合せ例 :MEAS:HI-LIM2?

応答例 +1.100000E+00

測定パラメタ 2 の上限値は 1.1 です。

:MEAS:LEVel <電圧>**:MEAS:LEVel?**

説明 設定対象テストの測定信号レベルの設定/問合せをします。

パラメタ <電圧> {数値, 範囲 0.01 ~ 2.00, 単位 Vrms}

設定例 :MEAS:LEV 1.2

測定信号レベルを 1.2V に設定します。

応答 <電圧> {数値, 形式 NR3}

問合せ例 :MEAS:LEV?

応答例 +1.200000E+00

測定信号レベルは 1.2Vrms です。

:MEAS:LIMit1 {ABS|PERC}**:MEAS:LIMit1?**

説明	設定対象テストの測定パラメタ 1 の上下限設定方法の設定/問合せをします。リミットスケールモードで有効です。
パラメタ	ABS 測定値の単位で設定します。 PERC 基準値に対する百分率(%)で設定します。
設定例	:MEAS:LIM1 PERC 測定パラメタ 1 の上下限を、基準値に対する百分率で設定します。
応答	0 上下限値は測定値の単位です。 1 上下限値は基準値に対する百分率(%)です。
問合せ例	:MEAS:LIM1?
応答例	1 測定パラメタ 1 の上下限設定は、基準値に対する百分率(%)です。

:MEAS:LIMit2 {ABS|PERC}**:MEAS:LIMit2?**

説明	設定対象テストの測定パラメタ 2 の上下限設定方法の設定/問合せをします。リミットスケールモードで有効です。
パラメタ	ABS 測定値の単位で設定します。 PERC 基準値に対する百分率(%)で設定します。
設定例	:MEAS:LIM2 PERC 測定パラメタ 2 の上下限を、基準値に対する百分率で設定します。
応答	0 上下限値は測定値の単位です。 1 上下限値は基準値に対する百分率(%)です。
問合せ例	:MEAS:LIM2?
応答例	1 測定パラメタ 2 の上下限設定は、基準値に対する百分率(%)です。

:MEAS:LO-LIMit1 <下限値>**:MEAS:LO-LIMit1?**

説明	設定対象テストの測定パラメタ 1 の下限値の設定/問合せをします。リミットスケールモードで有効です。
パラメタ	<下限値> {数値, 単位, 範囲は測定パラメタ 1 設定に依存します }
設定例	:MEAS:LO-LIM1 80 測定パラメタ 1 の下限値を 80 に設定します。
応答	<下限値> {数値, 形式 NR3}
問合せ例	:MEAS:LO-LIM1?
応答例	+8.000000E+01 測定パラメタ 1 の下限値は 80 です。

:MEAS:LO-LIMit2 <下限値>**:MEAS:LO-LIMit2?**

説明 設定対象テストの測定パラメタ 2 の下限値の設定/問合せをします。リミットスケールモードで有効です。

パラメタ <下限値> {数値, 範囲は測定パラメタ 2 設定に依存します }

設定例 :MEAS:LO-LIM2 100
測定パラメタ 2 の下限値を 100 に設定します。

応答 <下限値> {数値, 形式 NR3}

問合せ例 :MEAS:LO-LIM2?

応答例 +1.000000E+02
測定パラメタ 2 の下限値は 100 です。

:MEAS:NOMinal1 <標準値>**:MEAS:NOMinal?**

説明 設定対象テストの測定パラメタ 1 の合否判定標準値の設定/問合せをします。リミットスケールモード かつ 設定方法が百分率(%)のときに有効です。

パラメタ <標準値> {数値, 範囲は測定パラメタ 1 設定に依存します }

設定例 :MEAS:NOMinal1 1000
測定パラメタ 1 の標準値を 1000 に設定します。

応答 <標準値> {数値, 形式 NR3}

問合せ例 :MEAS:NOMinal1?

応答例 +1.000000E+03
測定パラメタ 1 の標準値は 1000 です。

:MEAS:NOMinal2 <標準値>**:MEAS:NOMinal2?**

説明 設定対象テストの測定パラメタ 2 の合否判定標準値の設定/問合せをします。リミットスケールモード かつ 設定方法が百分率(%)のときに有効です。

パラメタ <標準値> {数値, 範囲は測定パラメタ 2 設定に依存します }

設定例 :MEAS:NOMinal2 10000
測定パラメタ 2 の標準値を 10000 に設定します。

応答 <標準値> {数値, 形式 NR3}

問合せ例 :MEAS:NOMinal2?

応答例 +1.000000E+04
測定パラメタ 2 の標準値は 10000 です。

:MEAS:NUMber-OF-TESTS {1|2}**:MEAS:NUMber-OF-TESTS?**

説明	デュアル測定の設定/問合せをします。	
パラメタ	1	デュアル測定をオフにします。(テスト1有効, テスト2無効)
	2	デュアル測定をオンにします。(テスト1, テスト2共有効)
設定例	:MEAS:NUM-OF-TESTS 1 デュアル測定をオフにします。テスト1のみ有効となります。	
応答	1	デュアル測定オフです。(テスト1有効, テスト2無効)
	2	デュアル測定オンです。(テスト1, テスト2共有効)
問合せ例	:MEAS:NUM-OF-TESTS?	
応答例	1	デュアル測定はオフです(テスト1有効, テスト2無効)。

:MEAS:OPER {OFF|ON}**:MEAS:OPER?**

説明	オペレータモード(Operator)の設定/問合せをします。	
パラメタ	OFF	通常測定モード(Measurement)にします。
	ON	オペレータモード(Operator)にします。
設定例	:MEAS:OPER ON オペレータモードにします。	
応答	0	通常測定モードです。
	1	オペレータモードです。
問合せ例	:MEAS:OPER?	
応答例	1	現在, オペレータモード(Operator)です。

:MEAS:RANGE {AUTO|1|2|3|4|5|6|7}**:MEAS:RANGE?**

説明	測定レンジの設定/問合せをします。	
パラメタ	AUTO	オートレンジにします。
	1 ~ 7	固定レンジ(1 ~ 7)にします。
設定例	:MEAS:RANGE 1 固定レンジ1に設定します。	
応答	0	オートレンジです。
	1 ~ 7	固定レンジ(1 ~ 7)です。
問合せ例	:MEAS:RANGE?	
応答例	1	現在, 固定レンジ1です。

下表は固定レンジ番号(1~7)と測定範囲(インピーダンス値)の関係です。

レンジ番号	測定範囲
1	< 7.9 Ω
2	7.0 Ω ~ 80 Ω
3	70 Ω ~ 690 Ω
4	610 Ω ~ 6.9k Ω
5	6.1k Ω ~ 69k Ω
6	61k Ω ~ 690k Ω
7	> 610k Ω

:MEAS:SCALE {ON|OFF}

:MEAS:SCALE?

説明 リミットスケールモード(Limit-Scale)の設定/問合せをします。

パラメタ ON リミットスケールモード(Limit-Scale)にします。
OFF 通常測定モード(Measurement)にします。

設定例 :MEAS:SCALE ON

リミットスケールモードにします。

応答 0 通常測定モードです。

1 リミットスケールモードです。

問合せ例 :MEAS:SCALE?

応答例 1

現在, リミットスケールモード(Limit-Scale)です。

:MEAS:SPEED {MAX|FAST|MED|SLOW}

:MEAS:SPEED?

説明 測定速度の設定/問合せをします。

パラメタ MAX 測定速度を最速にします。
FAST 測定速度を高速にします。
MED 測定速度を標準にします。
SLOW 測定速度を低速にします。

設定例 :MEAS:SPEED SLOW

測定速度を遅くします。

応答 0 測定速度は最速(MAX)です。

1 測定速度は高速(FAST)です。

2 測定速度は標準(MED)です。

3 測定速度は低速(SLOW)です。

問合せ例 :MEAS:SPEED?

応答例 3

現在, 測定速度は低速(SLOW)です。

備考 デュアル測定でのテスト 1 とテスト 2 の測定速度設定は共通です。

:MEAS:TEST {1|2}**:MEAS:TEST?**

- 説明 設定対象にするテストの設定/問合せをします。
- パラメタ 1 テスト 1 を設定対象にします。
2 テスト 2 を設定対象にします。
- 設定例 :MEAS:TEST 1
テスト 1 が設定対象になります。この後の設定は、テスト 1 に対して行われま
す。
- 応答 1 テスト 1 が設定対象です。
2 テスト 2 が設定対象です。
- 問合せ例 :MEAS:TEST?
- 応答例 1
テスト 1 が設定対象です。

:MEAS:TRIGger

- 説明 トリガをかけて測定を行い、結果を出力します。
- パラメタ なし
- 設定例 :MEAS:TRIG
測定を行います。
- 応答 <t1f1>, <t1f2>, <t2f1>, <t2f2> {数値, 形式 NR3}
t1f1 テスト 1, 測定パラメタ 1 の測定値です。
t1f2 テスト 1, 測定パラメタ 2 の測定値です。
t2f1 テスト 2, 測定パラメタ 1 の測定値です。
t2f2 テスト 2, 測定パラメタ 2 の測定値です。
- 応答例 +1.5281558e-09,+4.1653104e-03
- 応答 出力される測定値は最大 4 つですが、デュアル測定設定 および 測定パラメタ
設定で異なります。

テスト 1		テスト 2		応答
測定パラメタ 1	測定パラメタ 2	測定パラメタ 1	測定パラメタ 2	
Rdc 以外	Off 以外	デュアル測定 オフ		<t1f1>, <t1f2>
Rdc 以外	Off			<t1f1>, <t1f1>,
Rdc	—			<t1f1>, <t1f1>,
Rdc 以外	Off 以外	Rdc 以外	Off 以外	<t1f1>, <t1f2>,<t2f1>, <t2f2>
Rdc 以外	Off	Rdc 以外	Off 以外	<t1f1>,,<t2f1>, <t2f2>
Rdc	—	Rdc 以外	Off 以外	<t1f1>,,<t2f1>, <t2f2>
Rdc 以外	Off 以外	Rdc 以外	Off	<t1f1>, <t1f2>,<t2f1>, <t1f1>,,<t2f1>, <t1f1>,,<t2f1>, <t1f1>,,<t2f1>,
Rdc 以外	Off	Rdc 以外	Off	<t1f1>,,<t2f1>, <t1f1>,,<t2f1>, <t1f1>,,<t2f1>, <t1f1>,,<t2f1>,
Rdc 以外	Off 以外	Rdc	—	<t1f1>, <t1f2>,<t2f1>, <t1f1>,,<t2f1>, <t1f1>,,<t2f1>, <t1f1>,,<t2f1>,
Rdc 以外	Off	Rdc	—	<t1f1>,,<t2f1>, <t1f1>,,<t2f1>, <t1f1>,,<t2f1>, <t1f1>,,<t2f1>,
Rdc	—	Rdc	—	<t1f1>,,<t2f1>, <t1f1>,,<t2f1>, <t1f1>,,<t2f1>, <t1f1>,,<t2f1>,

:DISP?

説明	測定結果・判定結果の表示状態を問合せます。
応答	1 測定結果・判定結果を LCD に表示します。 0 測定結果・判定結果は非表示状態です。
問合せ例	:DISP?
応答例	1 測定結果および判定結果を表示します。
備考	詳しくは ☞ :DISP-OFF, :DISP-ON

:DISP-OFF

説明	測定結果・判定結果を LCD に表示しません。
パラメタ	なし
設定例	:DISP-OFF 測定値および判定結果を LCD に表示しなくなります。
備考	判定や表示のための演算処理を行ないません。これらの処理時間の分、高速に測定が行えます。 リモート制御中で LCD を目視する必要がない場合に適します。

:DISP-ON

説明	測定結果・判定結果を LCD に表示します。
パラメタ	なし
設定例	:DISP-ON 測定値および判定結果を LCD に表示します。
備考	測定値や判定結果を LCD 表示で目視で得る場合は、このコマンドを実行します。

:DUMP-BMP

説明	LCD 画面のビットマップを得ます。
問合せ例	:DUMP-BMP
備考	ZM2410 の LCD 画面のビットマップを出力します。ビットマップファイル(拡張子 .bmp)と同じフォーマットのバイナリデータを出力します。 VISA 標準関数 viReadToFile() などを使用して、ビットマップファイル(拡張子 .bmp)を作成できます。得られるビットマップは、320×240dot, モノクロ(1bit)で、ファイルサイズは 10k バイト強です。VISA 関数の詳細は、お使いの VISA ライブラリの取扱説明書をご覧ください。

:MODE?

説明 動作モードを問合せます。
応答 {1|2|3},0
第1パラメタ 動作モード
1 通常測定モード(Measurement)です。
2 リミットスケールモード(Limit-Scale)です。
3 オペレータモード(Operator)です。
第2パラメタは、常に0です。

問合せ例 :MODE?
応答例 1,0
動作モードは通常測定モード(Measurement)です。

:TRIGger

説明 トリガをかけて測定を行い、結果を出力します。
パラメタ なし
設定例 :TRIG
測定を行います。

備考 機能や応答は、:MEAS:TRIGgerと同じです。
詳しくは ☞ :MEAS:TRIGger

6. トラブルシューティング

6.1 故障と思われるとき-----6-2

6.1 故障と思われるとき

故障と思われるときは一度以下の一覧表に対処方法が記載されていないかご確認ください。問題が解決しないか、対処方法を試みても回復しないときは、当社または当社代理店にご連絡ください。

表6-1 おかしいと思ったら

内 容	考えられる原因	対処方法
電源が入らない	電源コードが正しく装着されていない。	電源コードをしっかりと挿入し直してください。
	定格範囲外の電源を使用している。	電源コンセントの電圧をテスタなどで確認してください。
パネル操作ができない	リモート状態になっている。	LCD に Remote 表示が出ていたら、LOCAL キーを押してローカル状態に戻してください。
	キーが劣化している。	当社または当社代理店に修理をお申し付けください。
測定値のばらつきが大きい	測定速度が速すぎる。	許容できる範囲で、測定速度を遅くしてください。平均化機能を併用すれば、細かな時間単位で設定できます。
	信号レベルが小さすぎる。	信号レベルを大きくしてください。
	電流ケーブルと電圧ケーブルが相互干渉している。	電流ケーブル同士、電圧ケーブル同士を擦ってください。相互干渉を軽減できます。また、ケーブルはなるべく短くしてください。
	雑音が入っている。	<p>< 静電誘導 > 高インピーダンスを測定するときは、Low 側の信号線を十分に静電シールドしてください。信号線が露出していると、周辺の電位変動の影響を受けます。また、筐体や周辺の導体は接地してください。</p> <p>< 電磁誘導 > 接続ケーブルは大きなループを作らないように引き回してください。</p> <p>< 共通インピーダンス結合 > 接続ケーブルの外部導体を接地しないでください。接地すると、雑音電流や隣接する電子機器の信号が流れ込み、測定に影響することがあります。</p>
	試料との接触が不安定になっている。	接触部分を清掃してください。
測定が遅い	平均化をしている。	平均化回数の設定を確認して、平均化の必要がなければ 1 に設定してください。
	オートレンジでレンジが切り替わっている。	ほぼ同じ値の試料を大量に測定するときは、測定レンジを固定に設定してください。

表 6-1 おかしいと思ったら (続き)

内 容	考えられる原因	対処方法
測定値が予測と大幅に異なる, または 測定できない	異常な補正值が設定されている	オープン, ショートの各補正をやり直してください。
	測定条件が試料と合っていない。	周波数や信号レベルを規定された値に設定してください。試料によっては, 測定条件で測定値が大きく変化します。
	不適切な測定レンジに固定されている。	適切なレンジに設定を変更するか, オートレンジに設定して測定してください。
	接続ケーブル(フィクスチャ)のシールド同士が接続されていない。	4つの接続コネクタは, その外部導体(シールド)と一緒に接続してください。さもないと, 測定電流の帰還路が絶たれるために正しく測定できません。
	試料の L 側が接地されている。または低インピーダンスを介して接地に接続されている。	試料の端子は接地と接続しないでください。 ZM2410 は, 接地されている試料を測定できません。オープン補正, ショート補正の測定でも同様です。
	雑音が混入している。露出した信号線(特に Low 側)と電位変動の激しい部分が近い。	オープン補正など高インピーダンスを測定するときは, 雑音源を遠ざけてください。筐体や周辺の導体は接地してください。

7. 保 守

7.1 はじめに-----	7-2
7.2 日常の手入れ-----	7-2
7.3 保管・再梱包・輸送-----	7-2
7.4 バージョン番号の確認方法-----	7-2
7.5 性能試験-----	7-3
7.5.1 測定周波数確度-----	7-3
7.5.2 インピーダンス測定確度-----	7-3
7.6 校 正-----	7-4

7.1 はじめに

機器を最良の状態でご使用いただくためには、下記のような保守が必要です。

- ・動作点検 機器が正しく動作しているかどうかをチェックします。
- ・性能試験 機器が定格を満足しているかどうかを、チェックします。
- ・調整, 校正 定格を満足していない場合は、当社で調整または校正を行い、性能を回復させます。
- ・故障修理 それでも改善されないときは、当社で故障の原因や故障箇所を調べ、修理します。

この取扱説明書には、容易に行うことができる性能試験の方法を記載しています。

より高度な点検, 調整, 校正や故障修理については、当社または当社代理店までお問い合わせください。

性能試験には、下記の測定器, 標準器が必要です。

- ・周波数カウンタ 確度 $\pm 10 \times 10^{-6}$ 以内
- ・標準抵抗器 10 Ω , 100 Ω , 1k Ω , 10k Ω , 100k Ω
(1kHz でのリアクタンス分が十分に小さく, R_s あるいは R_p の校正確度が $\pm 0.03\%$ 以内のもの)

7.2 日常の手入れ

ZM2410 は、設置条件を満たす場所に設置してお使いください。

設置条件 ☞ 「2.2.2 設置条件」

パネルやケースの表面が汚れたときは、柔らかい布で拭いてください。汚れがひどい時は、中性洗剤に浸し堅くしぼった布で拭いてください。シンナーやベンジンなどの有機溶剤や化学雑巾等で拭くと、変質や曇りを生じたり、塗装がはがれたりすることがありますので避けてください。

7.3 保管・再梱包・輸送

輸送などのために再梱包するときは、十分な強度と余裕のある大きさの箱に、重さに耐えられる詰め物をして、機器が十分保護されるようにしてください。

輸送時は、強い衝撃が加わることがないように注意してお取扱ってください。

7.4 バージョン番号の確認方法

LCD 画面でファームウェアバージョンを確認することができます。

バージョンの表示 ☞ 「4.7 ファームウェアのバージョンを確認する」

ユーザインターフェースファームウェアバージョンは、*IDN? クエリ(問合せ)で読み出すこともできます。

コマンドについて ☞ 「5.5.3 コマンド個別説明」

7.5 性能試験

性能試験は、ZM2410 の性能劣化を未然に防止するため、予防保守の一環として行います。また、受入検査、定期検査、修理後の性能確認などが必要なときに実施してください。

性能試験の結果、仕様を満足しないときは校正または修理が必要です。当社または当社代理店にご連絡ください。

性能試験は、次の状態で行ってください。

- ・電源 90 ～ 250V / 47Hz ～ 63Hz
- ・環境 18 ～ 28°C / 5 ～ 80%RH, 結露がないこと
- ・ウォームアップ 30 分以上

7.5.1 測定周波数確度

- 接 続 H_{CUR} 端子 → 周波数カウンタ入力
- 設 定 測定周波数 100Hz および 1kHz , 測定信号レベル 1V を設定します。
- 測 定 周波数カウンタで周波数を測定します。
- 判 定 カウンタの読みが、以下の範囲なら正常です。
- | | |
|---------|-----------------------------------|
| 100Hz 時 | : ±75ppm (99.9925Hz ～ 100.0075Hz) |
| 1kHz 時 | : ±50ppm (999.95Hz ～ 1.00005kHz) |

7.5.2 インピーダンス測定確度

ここでは、容易にできるチェック方法を述べます。正確な試験については、当社に試験をご依頼ください。

- 標準器 正確な試験を行うときは、ZM2410 の確度に対して、概ね 1/3 以下の校正確度を持つ標準器を用意します。
- 標準器がないときは、正確な測定器で校正した安定な標準試料を用意してください。用意した標準器の校正確度と安定度に応じた試験が行えます。
- 接 続 標準試料を本器に接続します。標準器の代わりに標準試料を使用するときは、付属のケルビンテストクリップなどで標準試料を接続します。
- 設 定 通常測定モード(Measurement)で測定周波数を 1kHz, 測定信号レベルを 1V, DC バイアスをオフ, 測定パラメタ 1 を R, 測定レンジを Auto, 測定速度を Slow に設定します。等価回路設定は、標準器(標準試料)を校正したときの等価回路にします。
- 測 定 TRIG キーを押して測定します。

判 定 測定値の読みが，表の仕様範囲内なら正常です。

標準器 (公称値)	標準器の校正值 A	測定値 B	差 $100 \times (B-A)/A$	仕 様
10Ω	Ω	Ω	%	±0.1%
100Ω	Ω	Ω	%	±0.1%
1kΩ	Ω	Ω	%	±0.1%
10kΩ	Ω	Ω	%	±0.1%
100kΩ	Ω	Ω	%	±0.1%

7.6 校 正

性能試験で仕様を満足しなかった場合は，当社で調整または校正を行い，性能を回復させます。

校正が必要なときは，当社または当社代理店にご連絡ください。

保証期間外の調整・校正は有償にて承ります。

8. 仕 様

8.1 仕様-----	8-2
8.2 外形寸法図-----	8-7

参考値：この表記がある値は、製品を使用するにあたり参考となる
補足データを示し、性能を保証するものではありません。

- ・ DC バイアス
 - 内部 0V(なし) あるいは +2V 電流 < 10mA
 - 外部 最大±40V 電流 < 0.26A
- ・ 出力インピーダンス 100Ω
- ・ 測定速度 (参考値) Maximum / Fast / Medium / Slow

測定速度	AC 測定時間 (1kHz ≤ f)	Rdc 測定時間
Maximum	75ms	120ms
Fast	110ms	320ms
Medium	260ms	570ms
Slow	450ms	1100ms

- ・ 測定レンジ 固定(1~7) あるいは 自動(Auto)

測定レンジ	測定範囲
1	< 7.9Ω
2	7.0Ω ~ 80Ω
3	70Ω ~ 690Ω
4	610Ω ~ 6.9kΩ
5	6.1kΩ ~ 69kΩ
6	61kΩ ~ 690kΩ
7	> 610kΩ

- ・ デュアル測定

1回のトリガで、2組の設定(テスト1, テスト2)を連続して測定する機能。

テスト1, テスト2 および測定パラメタ1, 測定パラメタ2の組み合わせには以下の制約があります。

テスト1		テスト2		備考
測定パラメタ1	測定パラメタ2	測定パラメタ1	測定パラメタ2	
Z, Y, C, L, R, X, G, B, D, Q, A	Z, Y, C, L, R, X, G, B, D, Q, A	オフ		デュアル測定 オフ
Rdc	オフ	オフ		
Z, Y, C, L, R, X, G, B, D, Q, A	Z, Y, C, L, R, X, G, B, D, Q, A	Z, Y, C, L, R, X, G, B, D, Q, A	Z, Y, C, L, R, X, G, B, D, Q, A	デュアル測定 オン
		Rdc	オフ	
	オフ	Z, Y, C, L, R, X, G, B, D, Q, A	Z, Y, C, L, R, X, G, B, D, Q, A	
		Rdc	オフ	
Rdc	オフ	Z, Y, C, L, R, X, G, B, D, Q, A	Z, Y, C, L, R, X, G, B, D, Q, A	
		Rdc	オフ	
		Rdc	オフ	

*測定パラメタ1でRdcを設定すると、測定パラメタ2はオフになります。

*測定パラメタ1はオフの設定はできません。

テスト 1 とテスト 2 で異なる測定条件が設定できるのは、以下の設定項目です。

周波数, レベル(AC, DC), 等価回路, 測定レンジ

以下の設定はテスト 1 とテスト 2 で共通です。(最後に設定した値が有効になります)

DC バイアス オン/オフ, 測定速度

■ 動作モード

- ・通常測定モード 通常の LCR メータとして動作
- ・リミットスケールモード 上下限値を設定し、測定結果が上下限範囲中のどの位置にあるかをバーで表示。
- ・オペレータモード 上下限値を設定し、測定値と合否判定結果を表示。

■ 測定確度

- ・基本確度 0.1% (直流抵抗測定は、10Ω～1MΩの範囲で±0.2%)
Z, Y, R, G の確度は、「図 8-1 基本確度チャート」、参照

■ 周波数確度

±75ppm(20Hz ～ 495Hz) / ±50ppm(500Hz ～ 1MHz)

■ その他の測定関連機能

- ・ビープ音 リミットスケールモードおよびオペレータモード時、合否判定結果に合わせてビープ音を発生可能。合格時と不合格時で、各々異なる音色を設定可。
- ・補正機能 オープン補正およびショート補正
- ・設定メモリ 20 組。 各々最大 10 文字の英数字タイトルを設定可。
- ・放電保護(参考値) 0.25J ただし、500V 以下 かつ 200uF 以下

■ リモート制御インターフェース

- ・ GPIB (24 ピン角型コネクタ)
- ・ USB (USBTMC, USB1.1 フルスピード, USB-A コネクタ)

■ 入出力インターフェース

- ・外部トリガ入力 リアパネル, BNC コネクタ TTL レベル負論理
- ・外部バイアス入力 リアパネル, φ4 コネクタ 最大±40V

■ 表示

3.8 インチ モノクロ LCD(解像度 320×240)

■ 一般仕様

・電源	電圧	AC 90V ~ 250V
	周波数	47 ~ 63Hz
	消費電力	74VA 以下
	過電圧カテゴリ	II
	ヒューズ	φ 5.2×20mm, 1.6A/250V タイムラグ 消弧剤入り ×2
・環境条件	動作	0 ~ +40°C / 5 ~ 80% (結露がないこと)
	性能保証	18 ~ 28°C / 5 ~ 80% (結露がないこと)
	保管	-10 ~ +50°C / 5 ~ 80% (結露がないこと)
	汚染度	2 (屋内使用)
・高度		2000m 以下
・外形寸法		約 322(W) × 103(H) × 257(D) mm 突起部を除く
・質量		約 3.5kg 付属品を除く

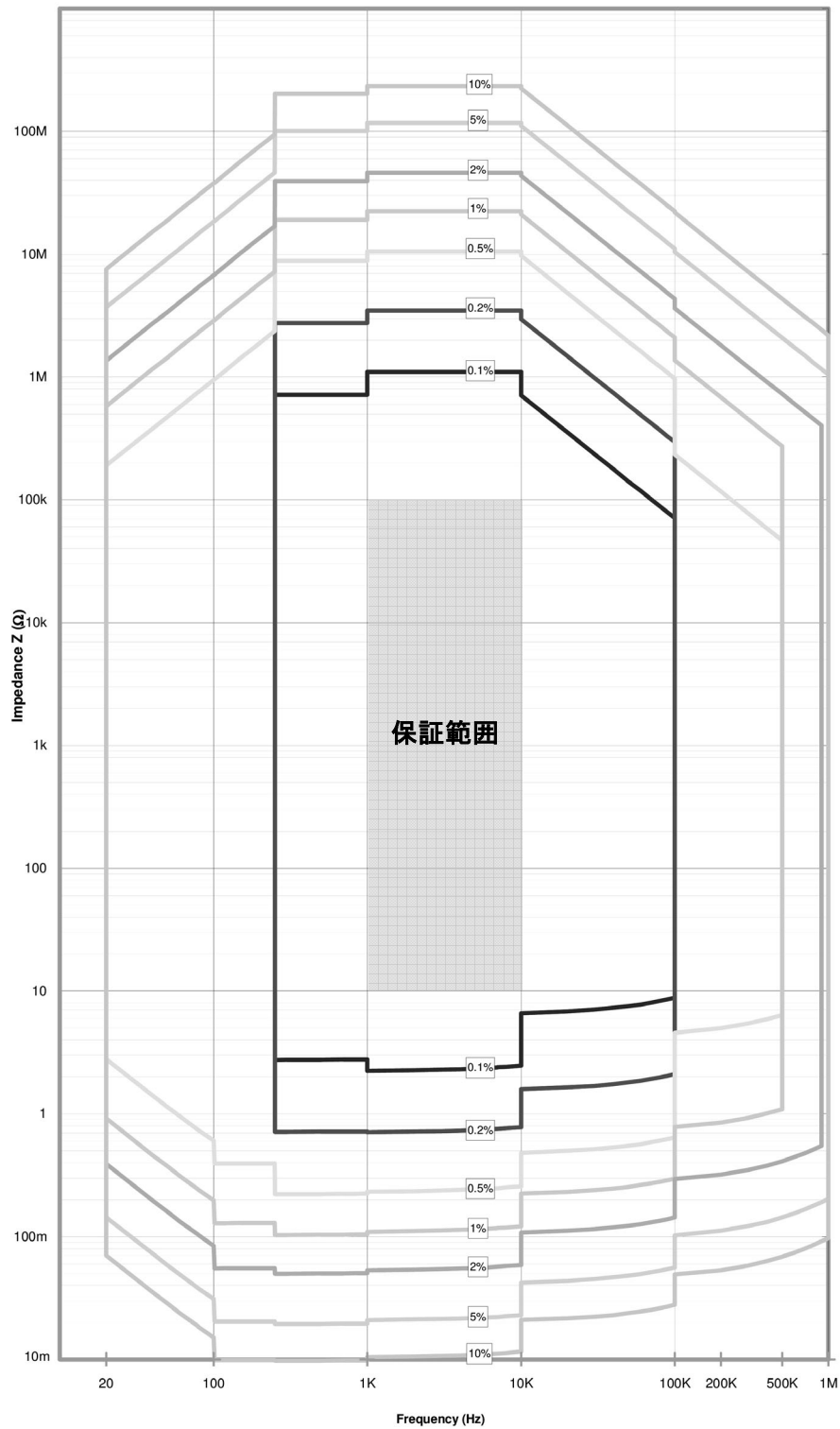


図8-1 基本確度チャート

- 条件

測定信号レベル：1V，測定速度：Slow，試料の $Q < 0.1$ ，周囲温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

「図 8-1 基本確度チャート」の網掛け範囲が保証値です。その他は参考値です。

— 保 証 —

この製品は、株式会社 エヌエフ回路設計ブロックが十分な試験及び検査を行って出荷しております。

万一製造上の不備による故障又は輸送中の事故などによる故障がありましたら、当社又は当社代理店までご連絡ください。

当社又は当社代理店からご購入された製品で、正常な使用状態において発生した部品及び製造上の不備による故障など、当社の責任に基づく不具合については納入後 1 年間の保証をいたします。

この保証は、保証期間内に当社又は当社代理店にご連絡いただいた場合に、無償修理をお約束するものです。

なお、この保証は日本国内においてだけ有効です。日本国外で使用する場合は、当社又は当社代理店にご相談ください。

次の事項に該当する場合は、保証期間内でも有償となります。

- 取扱説明書に記載されている使用方法、及び注意事項に反する取扱いや保管によって生じた故障
- お客様による輸送や移動時の落下、衝撃などによって生じた故障、損傷
- お客様によって製品に改造が加えられている場合
- 外部からの異常電圧及びこの製品に接続されている外部機器の影響による故障
- 火災、地震、水害、落雷、暴動、戦争行為、及びその他天災地変などの不可抗力的事故による故障、損傷
- 磁気テープや電池などの消耗品の補充

— 修理にあたって —

万一不具合があり、故障と判断された場合やご不明な点がありましたら、当社又は当社代理店にご連絡ください。

ご連絡の際は、型式名(又は製品名)、製造番号(銘板に記載の SERIAL NO.)とできるだけ詳しい症状やご使用の状態をお知らせください。

修理期間はできるだけ短くするよう努力しておりますが、ご購入後 5 年以上経過している製品のときは、補修パーツの品切れなどによって、日数を要する場合があります。

また、補修パーツが製造中止の場合、著しい破損がある場合、改造された場合などは修理をお断りすることがありますのであらかじめご了承ください。

お 願 い

- 取扱説明書の一部又は全部を，無断で転載又は複写することは固くお断りします。
 - 取扱説明書の内容は，将来予告なしに変更することがあります。
 - 取扱説明書の作成に当たっては万全を期しておりますが，内容に関連して発生した損害などについては，その責任を負いかねますのでご了承ください。
もしご不審の点や誤り，記載漏れなどにお気づきのことがございましたら，お求めになりました当社又は当社代理店にご連絡ください。
-

ZM2410 取扱説明書

株式会社エヌエフ回路設計ブロック
〒223-8508 横浜市港北区綱島東 6-3-20
TEL 045-545-8111(代)
<http://www.nfcorp.co.jp/>

© Copyright 2011, **NF Corporation**

